UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALPARAÍSO-CHILE

“ Diseño y selección de componentes de una máquina briqueteadora de mediana capacidad”

IGNACIO VENEGAS MARTINEZ

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL MECÁNICO

PROFESOR GUÍA: ING. RAFAEL MENA Y.

PROFESOR COREFERENTE: ING. GERMAN HÖERNIG A.

20 de Enero 2017

RESUMEN

En el presente documento, se plantea el diseño de una maquina briqueteadora hidráulica de mediana capacidad, la cual debe producir briquetas prismáticas a una capacidad estimada en 150 kg/h. El diseño está orientado para desechos de la industria agroforestal, por lo que se ha considerado como material de pruebas, el aserrín de pino radiata, el cual posee una humedad controlada y una granulometría menor a dos milímetros.

El proceso de briqueteado consta de dos cilindros, el primero encargado de densificar el material, el cual posee una densidad aparente muy baja. el segundo cilindro es el encargado de compactar completamente el material, hasta llevarlo a una densidad mayor a 1000 kg/m^3. Para asegurar que la estructura de la maquina soporte los esfuerzos ejercidos por los cilindros hidráulicos, las piezas han sido sometidas a análisis de elementos finitos, donde se establecieron los esfuerzos principales y las deformaciones máximas para cada componente.

El sistema oleo hidráulico es alimentado por dos bombas en paralelo, la primero proporciona un alto caudal a baja presión, para efectuar los movimientos de acercamiento y retroceso del los cilindros, mientras que la segunda bomba aporta un pequeño caudal a una gran presión, para así poder finalizar el proceso de compresión. Para porcionar la materia prima, se dispondrá de un alimentador de tornillo, el cual controlara el ingreso de aserrín desde la tolva a la cámara de pre compresión.

La ejecución del proceso de briqueteado es comandado por un PLC, restringiendo al mínimo la intervención del operador. Mediante sensores de posición y presostatos ubicados en los cilindros de compresión, el autómata programable ejecuta las etapas del briqueteado, asegurando una densidad acorde a la norma DIN 51731.

ABSTRACT

In the present document, it will be pose the design of a medium capacity hydraulic briquetting machine, this machine must produce prismatic briquettes in a estimated flow of 150 kg/h. The design is oriented to use the waste of the wood and agrarian industries, so the pino radiata's saw dust has been considerate like the ideal material for the compressive test, this sawdust has a controlled moisture content and a limp size less than two millimeters.

The briquetting process uses two hydraulic cylinders, the first one has to pre charge the material, because the sawdust has a very low raw density, and the second one is in charge to the full compress of the material, to finally get at least 1000 kg/m^3 of density . To ensure that the structure of the machine will support the stress exerted by the hydraulic cylinders, the critical components has been tried with strain finite element methods, when the maximum deformation and the maximum stress has been determinate.

The oleo hydraulic system has two pumps mounted in parallel , the first pump has a big flow and a low pressure to make the close up movements and the backing down of the cylinders. The second pump, has a low flow and a high pressure to finish the compress process. For provide the material in to the pre compress chamber, will be used a screw feeder to might control the entry of sawdust from the hopper.

The process will be commanded by a PLC, reducing to the minimum the operators' interventions . Through proximity sensors and pressure switch put in the compressors cylinders, the PLC execute the steps of briquetting ensuring a density accord to the DIN 51731 norm.

ÍNDICE GENERAL

1 Introducción y Objetivos 1

1.1 Introducción 1

1.2 Objetivos 1

2 Maquinas briqueteadoras y biomasa en chile 2

2.1 Introducción 2

2.2 Biomasa 3

2.2.1 Biomasa Natural: 4

2.2.2 Biomasa Residual: 4

2.2.3 Biomasa producida: 4

2.3 Industria en Chile 4

2.3.1 Industria Forestal 4

2.3.2 Industria Agrícola 6

2.4 Biomasa como fuente de energía renovable 7

2.4.1 Pellets: 7

2.4.2 Briquetas: 7

2.5 Norma DIN 51731 7

2.6 Principales usos 9

2.7 Industria de la biomasa lignificada en Chile 10

2.7.1 Producción de Pellets 11

2.7.2 Producción de Briquetas 12

2.8 Maquinas briqueteadoras 13

2.8.1 Prensa briqueteadora mecánica. 13

2.8.2 Briqueteadora mecánica de tornillo 14

2.8.3 Briqueteadora hidráulica 14
2.9 Comparación entre las distintas maquinas 15
2.10 Principales fabricantes 17
3 Maquina briqueteadora hidráulica 20
3.1 Introducción. 20
3.2 Características principales. 20
3.3 Principales elementos 21
3.4 Proceso de Briqueteado 23
4 Diseño de elementos críticos 26
4.1 Introducción. 26
4.2 Elementos críticos. 26
4.3 Molde fijo 27
4.3.1 Manufactura y materiales 28
4.3.2 Condiciones de Borde 29
4.3.3 Resultados obtenidos. 29
4.3.4 Evaluación de la pieza. 31
4.4 Molde 31
4.4.1 Manufactura y materiales 32
4.4.2 Condiciones de Borde 33
4.4.3 Resultados obtenidos. 33
4.4.4 Evaluación de la pieza 35
4.5 Cámara de pre compresión 35
4.5.1 Manufactura y materiales 37
4.5.2 Condiciones de borde. 37
4.5.3 Resultados obtenidos. 38

4.5.4 Evaluación de la pieza 40
4.6 Extremo cilindro A 40
4.6.1 Manufactura y materiales 40
4.6.2 Condiciones de Borde 41
4.6.3 Resultados obtenidos. 41
4.6.4 Evaluación de la pieza. 43
4.7 Extremo cilindro B 43
4.7.1 Manufactura y materiales 43
4.7.2 Condiciones de Borde. 44
4.7.3 Resultados obtenidos. 44
4.7.4 Evaluación de la pieza. 46
5 Diseño sistema Oleo hidráulico y sistema de alimentación. 46
5.1 Introducción. 46
5.2 Esquema Oleo Hidráulicos 46
5.3 Componentes a utilizar 48
5.3.1 Cilindro Doble Efecto: 48
5.3.2 Válvulas distribuidoras 49
5.3.3 Válvula anti retorno 49
5.3.4 Válvula reguladora de caudal unidireccional. 50
5.3.5 Válvula limitadora de presión 51
5.3.6 Filtro 51
5.3.7 Bomba 52
5.4 Determinación de carreras en cilindros hidráulicos. 52
5.4.1 Carrera cilindro A 53
5.4.2 Carrera cilindro B 54

5.4.3 Carrera cilindro C 55
5.4.4 Carrera Cilindro D 55
5.5 Selección de cilindros hidráulicos 55
5.5.1 Selección diámetro del embolo 56
5.5.2 Verificación de pandeo 58
5.6 Selección de válvulas limitadoras de presión. 59
5.7 Válvula reguladora de caudal. 62
5.8 Selección de válvulas direccionales. 65
5.9 Válvulas Check. 67
5.10 Aceite hidráulico 68
5.11 Filtro 69
5.12 Diámetro de tubería 72
5.13 Manómetro 73
5.14 Estanque hidráulico 73
5.15 Perdidas de presión 74
5.16 Diagrama espacio tiempo 74
5.17 Selección de bomba y potencia de accionamiento. 77
5.17.1 Tipos de bombas Oleo hidráulicas 77
5.17.2 Selección de bombas 78
5.17.3 Selección de motor 81
5.17.4 Transmisión de potencia 82
5.18 Sistema de alimentación 85
5.18.1 Tipos de alimentadores 85
5.18.2 Diferencias comparativas 88
5.18.3 Alimentadores de tornillo 89

5.18.4 Partes del Alimentador/trasportador de tornillo. 92
5.18.5 Selección de componentes 94
5.18.6 Motoreductor....101
5.18.7 Tolva....102
6 Automatización del proceso. 107
6.1 Introducción....107
6.2 Diagrama de estados 107
6.3 Elementos de mando y control 110
6.3.1 Sensores de nivel tolva 110
6.3.2 Sensores de proximidad inductivos 111
6.3.3 Sensor de rotación....111
6.3.4 Presostato. 112
6.4 PLC 113
7 Conclusiones 115
7.1 Estimación Económica 115
7.2 Conclusiones finales 118
8 Referencias....121
ANEXO A 123
ANEXO B 136
ANEXO C 163
ANEXO D 172
ANEXO E 176

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1, Residuos industria forestal 6

Figura 2-2, Calefactor a pellets 10

Figura 2-3, Briqueteadora mecánica 13

Figura 2-4, Briqueteadora de tornillo 14

Figura 2-5, Briqueteadora hidráulica 15

Figura 2-6, FC Nielsen 17

Figura 2-7, Gemco Energy 18

Figura 2-8, RUF 19

Figura 2-9, Di -Piu 20

Figura 3-1, Maquina briqueteadora 22

Figura 3-2, Desplazamiento molde 24

Figura 3-3 Compactación 24

Figura 3-4 Extensión total del cilindro C 25

Figura 3-5 Briqueteadora en reposo 25

Figura 4-1, Malla 27

Figura 4-2, Molde fijo 28

Figura 4-3, Deformación total molde fijo 29

Figura 4-4, Esfuerzo máximo molde fijo 30

Figura 4-5, Factor de seguridad molde fijo 30

Figura 4-6 Molde 31

Figura 4-7, Molde interior 32

Figura 4-8 Molde exterior 32

Figura 4-9 ,Deformación total molde 34

Figura 4-10, Esfuerzo máximo Molde.....34

Figura 4-11, Factor de seguridad molde.....35

Figura 4-12, Cámara de pre compresión 36

Figura 4-13, Cuerpo cámara pre compresión.....36

Figura 4-14, Placa cámara de pre compresión 37

Figura 4-15, Deformación máxima cámara de pre compresión.....38

Figura 4-16, Esfuerzo máximo cámara de pre compresión.....39

Figura 4-17, Factor de seguridad cámara de pre compresión 39

Figura 4-18, Extremo Cilindro A.....40

Figura 4-19, Deformación total extremo cilindro A 41

Figura 4-20, Esfuerzo máximo extremo cilindro A 42

Figura 4-21,Factor de seguridad extremo cilindro A 42

Figura 4-22,Extremo cilindro B 43

Figura 4-23, Deformación total extremo cilindro B 44

Figura 4-24, Esfuerzo máximo extremo cilindro B 45

Figura 4-25, Factor de seguridad extremo cilindro B 45

Figura 5-1, Diagrama espacio fase 47

Figura 5-2, Esquema Oleo hidráulico 48

Figura 5-3, Cilindro doble efecto 49

Figura 5-4, Válvula direccional 3/4 con centro cerrado 49

Figura 5-5, Válvula anti retorno 50

Figura 5-6, Válvula reguladora de caudal 50

Figura 5-7, Válvula limitadora de presión 51

Figura 5-8,Filtro 51

Figura 5-9, Bomba 52

Figura 5-10, Pandeo en cilindros hidráulicos 59

Figura 5-11, CETOP 5 60

Figura 5-12, Vías válvula limitadora de presión 61

Figura 5-13, Perdidas de presión válvula limitadora de presión 61

Figura 5-14, Vías válvula reguladora de caudal 63

Figura 5-15, Perdidas de presión según numero de giros manilla 63

Figura 5-16, Perdidas de presión válvula reguladora de caudal 64

Figura 5-17,Tipo válvula 65

Figura 5-18, Numero de grafica 66

Figura 5-19, Perdidas de presión válvulas direccionales 66

Figura 5-20, Vías válvula Check 67

Figura 5-21, perdidas de presión válvula Check.....68

Figura 5-22 69

Figura 5-23, perdidas de presión filtro 71

Figura 5-24, Diámetro mangueras 72

Figura 5-25, Manómetro WINTERS 73

Figura 5-26,Diagrama espacio tiempo 76

Figura 5-27, Perdidas de presión 76

Figura 5-28,Tabla comparativa bombas oleo hidráulicas 77

Figura 5-29, Curvas bombas ALP2 78

Figura 5-30 Potencia bomba alta presión.....79

Figura 5-31, Curvas bomba ALP3 80

Figura 5-32, Potencia bomba baja presión.....81

Figura 5-33, Motor eléctrico 82

Figura 5-34, Factor k1 83

Figura 5-35, Factor k2 84

Figura 5-36, Factor k3 84

Figura 5-37, Machón de acoplamiento.....85

Figura 5-38, Alimentador de correa.....86

Figura 5-39, Alimentador vibratorio 87

Figura 5-40, Alimentador de paletas rotativas 87

Figura 5-41, Alimentador de tornillo 88

Figura 5-42, Diferencia paso tornillos 90

Figura 5-43, Tornillo filete variable 90

Figura 5-44, Tornillo eje trapezoidal 91

Figura 5-45, Tornillo paso variable 91

Figura 5-46, Tornillo paso constante 92

Figura 5-47, Tornillo mixto 92

Figura 5-48, Factor de carga 98

Figura 5-49, Motorreductor 102

Figura 5-50, Coeficiente de fricción aserrín 104

Figura 5-51, Dimensiones tolva 104

Figura 5-52, Tipos de flujo según ángulo de tolva 105

Figura 6-1, Diagrama de estados 109

Figura 6-2, Sensor nivel tolva 110

Figura 6-3, detector de proximidad inductivo 111

Figura 6-4, Instalación sensor 112

Figura 6-5, Presosotato 112

Figura 6-6, Diagrama estado tolva 114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1, Norma DIN 51731 9

Tabla 2.2,Ventajas comparativas 16

Tabla 5.1, Diámetros de embolo 57

Tabla 5.2, Rango de viscosidades 68

Tabla 5.3, Ratios 70

Tabla 5.4, Equivalencias ISO/NAS 70

Tabla 5.5, Perdidas de presión 74

Tabla 5.6, Cuadro comparativo alimentadores 89

Tabla 5.8, Elementos transportador de tornillo 93

Tabla 5.9, Capacidad por revolución 95

Tabla 5.10, Factor de diámetro 97

Tabla 5.11, propiedades material 97

Tabla 5.12,Tipo de filete 97

Tabla 5.13, Eficiencia mecánica 98

Tabla 5.14, Cálculos realizados 99

Tabla 5.15, Peso del tornillo 100

Tabla 5.16, Momento de inercia 100

Tabla 5.17, Valores obtenidos 101

Tabla 7.1, Cotización piezas 116

Tabla 7.2, Cotizaciones 117

GLOSARIO

Briqueta: Solido conformado por materiales compactados

Densificación: Aumento progresivo de la densidad

Densidad aparente: la densidad aparente es la densidad de una porción de material. Esta incluye a los capilares y a los accidentes sub superficiales e interiores (espacio vacíos)

Lignina: Sustancia que se encuentra en los tejidos leñosos y que mantiene unidas las fibras de celulosa, la lignina constituye aproximadamente el 25% de la madera.

Aserrín: Conjunto de partículas de tamaño pequeño obtenido en el proceso de aserrado y dimensionado de la madera.

Dendroenegia: Se refiere a todo tipo de energía obtenida a partir de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos derivados de los bosques, arboles y vegetación de terrenos forestales.

Mantenibilidad: Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.

Planitud: Condición de una superficie especifica que tiene todos los elementos en un plano. Tolerancia de planitud proporciona una zona de tolerancia de especificado y definido por dos planos paralelos en donde la superficie especificada debe estar contenida.

1 Introducción y Objetivos

1.1 Introducción

La industria agroforestal en chile produce una gran cantidad de residuos sólidos, los cuales no son totalmente aprovechados por las pequeñas y medianas empresas, uno de los principales usos que se le pueden dar a este tipo de residuos es transformarlos en energía de biomasa lignificada, tales como pellets o briquetas. Considerando que los pellets solo pueden ser utilizados en estufas para pellets, mientras que las briquetas pueden ser utilizadas en prácticamente cualquier caldera de combustión a leña, por lo que sea propuesto diseñar un prototipo de maquina briqueteadora, la cual posee una mediana capacidad.

Dentro de los tipos de maquinas briqueteadoras existentes en el mercado, se ha decidido por diseñar una maquina briqueteadora hidráulica, la cual se encuentre totalmente automatizada y que en un futuro pueda ser adaptada para distintos materiales.

Para determinar los esfuerzos que deben aplicar los cilindros hidráulicos sobre el aserrín, se han realizado pruebas de laboratorio, donde se estableció que el esfuerzo necesario para que el aserrín pueda lograr una densidad de 1000 kg/m^3, es de 111 Mpa.

Los principales elementos encargados de contener el material y soportar la compactación de este, han sido diseñados para resistir sin problemas los grandes esfuerzos aplicados.

1.2 Objetivos

El presente trabajo consiste en diseñar una maquina briqueteadora que opere de manera completamente autónoma, la cual posea un costo competitivo y presente una mejor solución para la utilización de sub productos de la industria maderera y agroforestal. Este equipo debe ser capaz de briquetear distintos tipos de productos tales como aserrín, paja de avena y residuos de la cosecha de trigo.

Para cumplir con este propósito se consideran los siguientes objetivos específicos:

- Establecer un potencial mercado para la biomasa lignificada en chile.
- Determinar los esfuerzos de compactación necesarios para densificar aserrín según los estándares establecidos por la norma DIN-51731
- Plantear un proceso de briqueteado eficiente mediante la aplicación de la oleo hidráulica
- Definir y diseñar los elementos críticos presentes en la maquina
- Automatizar completamente el proceso mediante un PLC
- Realizar listado de piezas y planos de fabricación
- Cotizar el valor de los componentes y obtener un costo estimado del equipo.

2 Maquinas briqueteadoras y biomasa en chile

2.1 Introducción

Actualmente en Chile, existen más de diez millones de habitantes expuestos a la contaminación atmosférica (específicamente PM 2.5) y se estima que esta es responsable de cerca de 4.000 muertes al año (Reporte publicado en 2013 por la organización mundial de la salud). En el sur del país el nivel de contaminantes es prácticamente el doble que en la región metropolitana, y se ha hecho común la restricción del uso de la leña por sectores. El 28 de abril de 2014 el ministerio del medio ambiente lanzo el plan de descontaminación atmosférica 2014-2018; el cual consiste en 14 planes distribuidos por zonas, especialmente en el sur del país, donde la contaminación atmosférica es producida en gran medida por la calefacción de viviendas, la cual viene dada por una matriz energética basada principalmente en la combustión de leña . Es por esto que para ejecutar de manera efectiva estos planes y lograr una mejora a largo plazo, es preciso ofrecer alternativas energéticas para remplazar a la leña, sin alterar mayormente el presupuesto familiar. Dentro de las opciones para diversificar esta matriz energética, existen variados equipos tales como calefactores eléctricos, estufas a

gas licuado y gas natural, pero ninguna de estas alternativas a logrado desplazar el uso de estufas a leña, debido al bajo costo que esta ofrece.

Por otra parte, la industria forestal cosecha 44.3 millones de m^3 de madera en trozas al año, de los cuales 12.3 millones de m^3 se disponen como leña (INFOR 2005). Actualmente la mayoría de las grandes empresas del rubro poseen centrales de generación de energía eléctrica utilizando biomasa forestal, supliendo las necesidades energéticas de la industria e incluso inyectando energía al sistema interconectado central (SIC). Para el caso del bosque nativo, en el año 2004, el consumo de madera en tronzas alcanzo los 623.400 m^3, si consideramos que en los procesos de transformación industrial de la madera y re manufactura de esta, los residuos o subproductos originados alcanzan un 40% del volumen total, el volumen de estos seria de 249.360 m^3, de los cuales una pequeña parte es destinada para alimentar calderas y cámaras de secado, mientras que el resto se convierte en un desecho lo cual conlleva un costo asociado al almacenamiento y eliminación. Otra industria que maneja grandes cantidades de biomasa es la agricultura, a modo de ejemplo, Chile es el quinto país exportador de avena a nivel mundial, en la temporada 2010/2011, se sembraron más de 100.000 hectáreas destinadas al cultivo de esta, las cuales se encuentran principalmente en las regiones del Bio-Bio y la Araucanía. El año 2010 se exportaron más de 60 mil toneladas de avena (Oficina de estudios y políticas agrarias), considerando que la proporción en peso entre desechos de cosecha y el producto final es de 2:1, lo que representaría un aproximado de 120 mil toneladas de biomasa residual. Debido a estas razones, resulta ideal convertir esta biomasa residual en dendroenegia para el uso de calefacción domiciliaria en las ciudades del sur del país.

2.2 Biomasa

En este estudio se considerara la biomasa como todo material orgánico de origen biológico, con la excepción de aquellos que hayan sufrido un proceso de mineralización provenientes de formaciones geológicas. Como ejemplos podemos nombrar las plantas, desechos animales, ramas, aserrín cortezas, residuos urbanos, frutos secos, aguas negras, residuos agrícolas, entre otros. Podemos clasificar los tipos de biomasas en tres grupos principales:

2.2.1 Biomasa Natural:

Se produce de manera espontanea en la naturaleza, sin ningún tipo de intervención humana, como la caída natural de ramas, frutos o hojas secas.

2.2.2 Biomasa Residual:

Este tipo de biomasa se puede dividir en dos sub grupos, biomasa residual seca y biomasa residual húmeda. La primera hace referencia principalmente a desechos agrícolas y forestales, mientras que la segunda abarca las aguas residuales y residuos ganaderos e industriales biodegradables.

2.2.3 Biomasa producida:

Se le denomina a la biomasa que es cultivada con el propósito de poder transformar este recurso en un combustible.

2.3 Industria en Chile

En Chile las principales productores de biomasa en grandes cantidades son las industrias forestal y agrícola

2.3.1 Industria Forestal

En Chile la industria forestal se encuentra altamente desarrollada, donde los principales productos de este sector son la celulosa y la madera aserrada, logrando aportar cerca del 2.6% del PIB nacional. El proceso de transformación de la madera es el que genera una mayor cantidad de residuos, ya que alcanzan un 42% del volumen de producción de madera aserrada. lo cual genera numerosos inconvenientes desde el punto de vista logístico y de eliminación de desechos.

Los principales residuos son la corteza, los lampazos, aserrín, viruta, despuntes, astillas sin corteza y tapas. Estos residuos se pueden ver en la figura 2.1

Corteza

Lampazo

Aserrin

Viruta

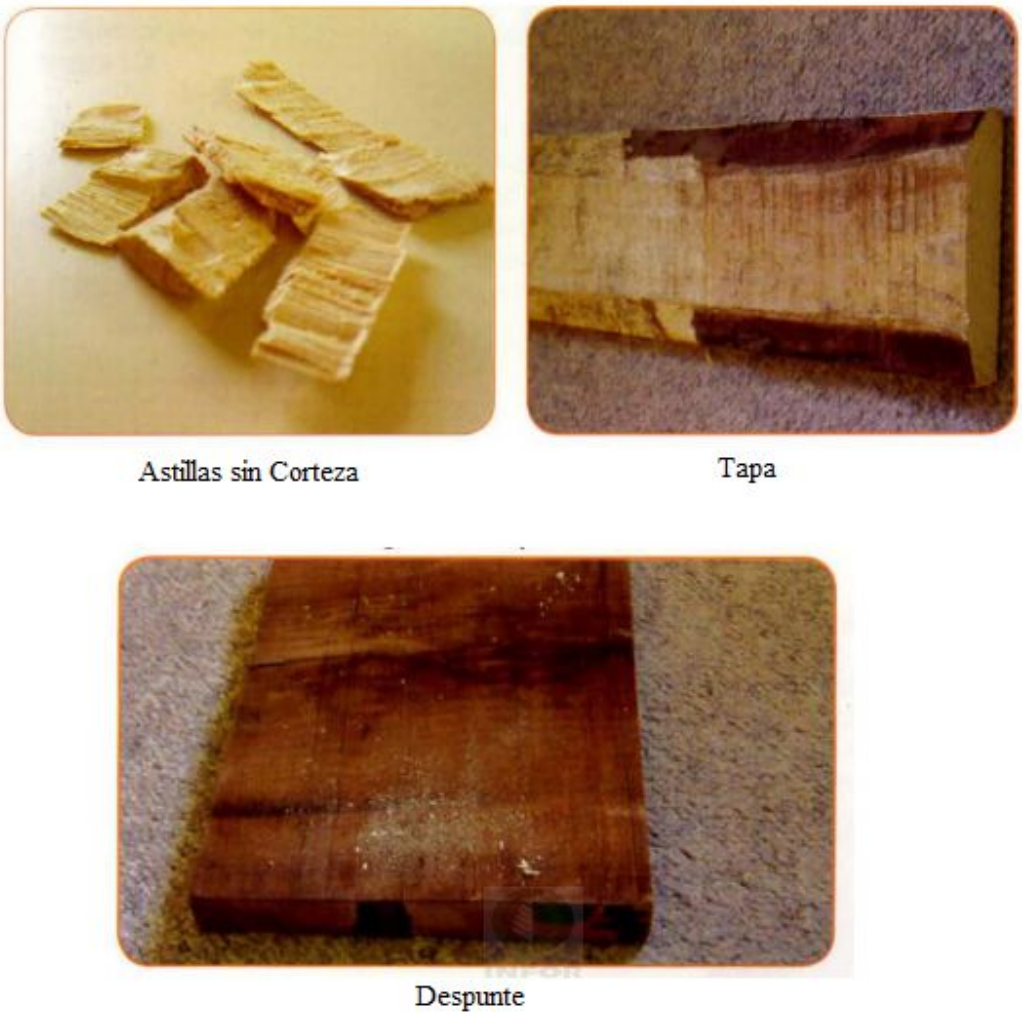


Figura 2-1, Residuos industria forestal

2.3.2 Industria Agrícola

Dentro de la industria agrícola, la producción de cereales concentra el mayor potencial de biomasa. En Chile la producción de cereales está concentrada en las regiones del Bio-Bio y la Araucanía, donde principalmente se cultiva trigo, avena, maíz y cebada. De la mano con el aumento en los cultivos de estos cereales, se han aumentado los desechos o rastrojos, estos generalmente se utilizan como energía de biomasa por combustión directa, lo cual dificulta mucho la logística de recolección y trasporte debido al gran volumen que utiliza.

Según el documento "Bioenergía en Chile", publicado por el Centro de Energías Renovales del ministerio del medio Ambiente en el año 2013, los residuos de cosechas de trigo y avena (rastrojos),que son utilizados como biomasa lignificada es menores a 10%, por lo que existe un gran potencial para desarrollar a futuro.

2.4 Biomasa como fuente de energía renovable

2.4.1 Pellets:

Los pellet son pequeños cilindros de madera que se obtienen mediante el prensado de aserrín, viruta o polvo de madera en equipos denominados maquinas pelletizadoras. Para ser utilizados como combustible domiciliario deben cumplir con la norma correspondiente ya que sus propiedades varían según la materia prima utilizada. Los pellets deben poseer un contenido de humedad menor al 10%. El diámetro de los cilindros varían entre 6 y 10 mm, mientras que el largo se mantiene dentro del rango de 10 - 30mm.

2.4.2 Briquetas:

La característica principal de las briquetas es su alta densidad, existen briquetas de diversos materiales, tales como acero, cobre, lodo, carbón, entre otros, pero en este estudio, se pondrá énfasis exclusivamente a las briquetas de madera. Las briquetas son un combustible formado por la compactación de biomasa lignocelulósica, generalmente astillas y aserrín, las briquetas al igual que los pellets no necesitan la adición de aglomerantes para su confección, ya que la lignina presente en la materia prima cumple esta función. La forma de las briquetas puede ser muy variada, pero la geometría más común es la cilíndrica.

2.5 Norma DIN 51731

En Europa existen distintas normas para la confección de briquetas y pellets, un ejemplo de estas son la norma Austriaca ÖNORM M 7135 y la Norma Europea EN 14961-2 (2011), pero

las más utilizadas internacionalmente son la norma Alemana DIN 51731 y la DIN Plus, la primera rige para pellets y briquetas, mientras que la segunda es especifica de pellets de gran calidad, utilizadas en calderas especializadas para este material .Cabe mencionar que en Chile aun no rige norma alguna para este tipo de productos. En la tabla 2.1 se establecen las principales propiedades que deben cumplir los pellets y briquetas según la norma DIN 51731 y DIN Plus. En cuanto a la forma de las briquetas, la norma señala formas "simples" como es el caso de briquetas cilíndricas, prismáticas, cubicas y ovaladas. Respecto a las dimensiones de las briquetas cilíndricas, para diferenciarlas de los pellets, se especifican dos criterios, el primero, para briquetas de más de 30 cm de longitud donde se especifica un diámetro mayor a 10 cm, mientras que el segundo criterio, especifica que las briquetas de 15 a 30 cm de longitud deben terne un diámetro de 60 a 10 cm.

Propiedad	Norma DIN 51731		DIN Plus	Unidad
	Pellet	Briqueta	Pellet	
Diámetro	4-10	-	Indicar	Mm
Longitud	< 5* Diámetro	-	< 5* Diámetro	Mm
Densidad	1-1.4	1-1.4	> 1.12	kg/m^3
Humedad	< 12	< 12	< 10	% masa
Cenizas	< 1.5	< 1.5	< 0.5	% masa
Poder calorífico	17.5 - 19.5	17.5 - 19.5	> 18	MJ/kg
Azufre	< 0.08	< 0.08	< 0.04	% masa
Nitrógeno	< 0.3	< 0.3	< 0.3	% masa
Cloro	< 0.03	< 0.03	< 0.02	% masa
Arsénico	< 0.8	< 0.8	< 0.8	mg/kg
Cadmio	< 0.5	< 0.5	< 0.5	mg/kg
Cromo	< 8	< 8	< 8	mg/kg
Cobre	< 5	< 5	< 5	mg/kg
Mercurio	< 0.05	< 0.05	< 0.05	mg/kg

Plomo	< 10	< 10	< 10	mg/kg
Zinc	< 100	< 100	< 100	mg/kg
Densidad aparente	-	-	indicar	kg/m^3
Durabilidad	-	-	< 2.3	%
Aditivos	-	-	< 2	%

Tabla 2.1, Norma DIN 51731

2.6 Principales usos

Ambos productos poseen numerosas ventajas sobre la leña, tales como un mayor poder calorífico, alta densidad, menor contaminación, entre otros. A diferencia de la leña, las briquetas y pellets no atraen insectos, por lo que pueden ser almacenados dentro de las viviendas, son de fácil encendido, producen menos cenizas y al ser una fuente de energía renovable, genera un menor impacto ambiental ya que es carbono neutral. En el aspecto económico, en el mercado nacional, los precios de referencia en pesos chilenos de las briquetas es de 259 $/kg , 233 $/kg el pellet y el precio de la leña seca (Eucalipto) ronda los 156 $/kg (precios cotizados en www.sodimac.cl). Al evaluar estos datos hay que considerar que el poder calorífico de los pellets y briquetas es mayor que el de la leña, por lo que se necesita menos masa para producir el mismo calor.

La principal diferencia entre el uso de pellets y briquetas radica en que las briquetas pueden ser utilizadas en estufas convencionales, mientras que los pellets, se utilizan en estufas y calderas específicamente diseñadas para este material como la que se muestra en la figura 2-2. Estas estufas se encuentran en el rango de precios de 400.000-2.270.000 pesos chilenos, esto sin incluir el costo de instalación, por lo que no son accesibles para todo público. Otro inconveniente que presentan estas estufas es que requieren de energía eléctrica para funcionar y su mantención es más compleja que la de las estufas a leña, ya que poseen un diseño complejo, por otro lado, estas estufas son automatizadas, por lo que solo necesitan un ingreso esporádico de fuente de energía (pellets), para funcionar de forma autónoma por un periodo considerable de tiempo. Es por esta ultima característica mencionada que se utilizan pellets en calderas de uso industrial.

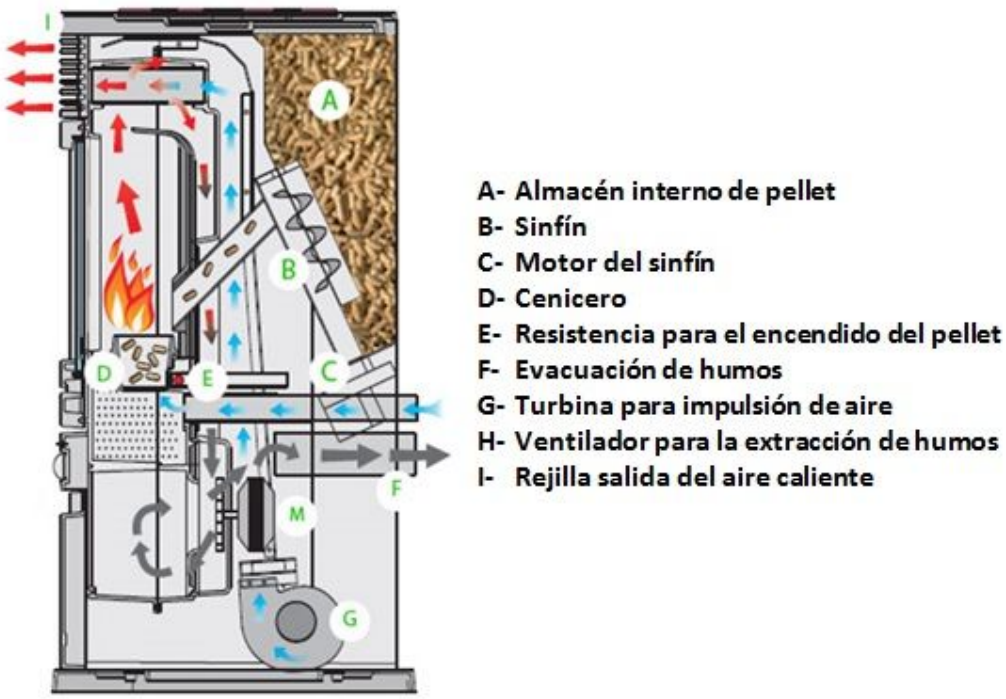


Figura 2-2, Calefactor a pellets

Debido a las razones mencionadas anteriormente, se ha optado por la producción de briquetas, ya que se orientara el producto a un público general, como una mejor opción para sustituir a la leña como combustible en la calefacción de viviendas, reduciendo las emisiones de material particulado.

2.7 Industria de la biomasa lignificada en Chile

La industria en Chile se clasifica principalmente en dos categorías producción de pellet y producción de briquetas, las cuales se detallan a continuación.

2.7.1 Producción de Pellets

El mercado de pellets en Chile ha crecido de manera exponencial en chile durante los últimos años, dentro de los principales productores se encuentran:

ECOMAS:

Empresa nacional emplazada en la ciudad de Los Ángeles, que desde el año 2006 se dedica a la producción y comercialización de pellet de madera. Esta empresa está asociada a PROMASA, empresa dedicada a la re manufactura de madera, esta empresa suministra a ECOMAS la materia prima para la confección de pellets de madera. Actualmente ECOMAS abarca cerca del 80% del mercado nacional, comercializando pellets del máximo estándar internacional, cumpliendo con las exigencias de la norma DIN Plus.

ANDES BIO PELLETS

Empresa perteneciente al grupo JCE, el cual se encuentra presente en el mercado de construcción, inmobiliario, aserrío, salud, entre otros. En sus aserraderos, JCE procesa 350.000 m^3 de trozos de madera de pino radiata al año, es por esto que decidieron implementar una planta pelletizadoras en la ciudad de Los Ángeles, dando vida a Andes Bio Pellets.

PELLET-FUEL

Empresa ubicada en la Región Metropolitana, encargada de producir y distribuir pellets de madera en el gran Santiago, con dedicación casi exclusiva a la calefacción domiciliaria.

AMESTI

Empresa líder en el mercado nacional de fabricación de estufas a leña, dentro de su gama de estufas, comercializan estufas a pellets y también produce pellets de madera para calefacción residencial, siendo la única marca fabricante de estufas en chile que comercializa su propia línea de pellets.

2.7.2 Producción de Briquetas

Actualmente en Chile el marcado de briquetas no es tan amplio como el de los pellets. A continuación se presentaran las principales empresas productoras de briquetas de madera en chile.

MAGABRIX

Perteneciente a la empresa Forestal MAGASA S.A. una de las principales empresas de muebles del país. MEGABRIX se ideo como una solución para el manejo de los residuos de la fabricación de muebles, .Actualmente estas briquetas se encuentran en el mercado nacional atreves de las redes comerciales de la empresa.

PUERTAS WOOD'S

Ubicada en la ciudad de Valdivia, Puertas Wood's, como dice su nombre, es una empresa dedicada a la manufactura de puertas, marcos y ventanas. Como una manera eficiente de manejar sus residuos, esta empresa fabrica briquetas de madera, las cuales se distribuyen en las principales casas comerciales del país.

2.8 Maquinas briqueteadoras

Existen diversos tipos de maquinas briqueteadoras, las cuales poseen diferentes cualidades, que se discutirán a lo largo del capítulo.

2.8.1 Prensa briqueteadora mecánica.

Funcionan bajo el mismo principio que las prensas exenticas, la cual inserta el material hacia un dado cónico, a medida que el material es empujado hacia la cámara de compresión, como se muestra en la figura 2-3. La temperatura de la briqueta aumenta debido a la fricción producida con la pared del dado cónico y la alta presión. por lo cual generalmente se utilizan rieles o guías para que al salir de la maquina, las briquetas se enfríen de manera natural. Cuando la briqueta sale de la prensa, se enfría y solidifica la lignina en la sección perimetral de la briqueta, la cual será cilíndrica con la forma del dado utilizado. la alimentación suele hacerse mediante un transportador de tornillo. Este tipo de maquinas posee rangos de producción entre 800 y 5000 kg/h. El material no debe contener un porcentaje de humedad menor al 8%, debido a que este influye directamente en la conformación de la briqueta.

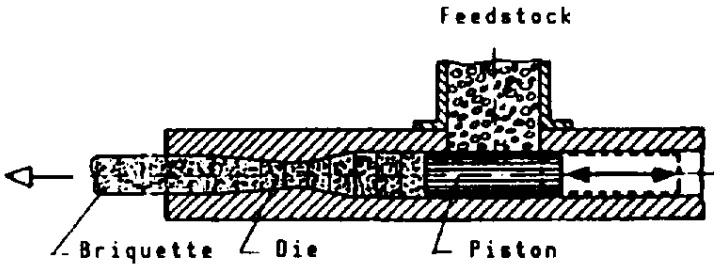


Figura 2-3, Briqueteadora mecánica

2.8.2 Briqueteadora mecánica de tornillo

Este tipo de maquina funciona con un sistema de tornillo extrusor, el cual consta de un tornillo de filete variable, el cual va disminuyendo a medida que avanza el material, el cual es comprimido como se puede apreciar en la figura 2-4. Las briquetas producidas en este tipo de maquinas tienen la característica de poseer un agujero en el centro de la briqueta, esto debido al eje del tornillo extrusor. Al igual que a la prensa briqueteadora mecánica, se producen altas temperaturas en la superficie de las briquetas, los rangos de producción varían entre los 180-350 kg/h. Una de las ventajas de este tipo de maquinas es que la producción se produce mediante un proceso continuo y el largo de las briquetas es determinado generalmente por la ruptura por deflexión de la misma.

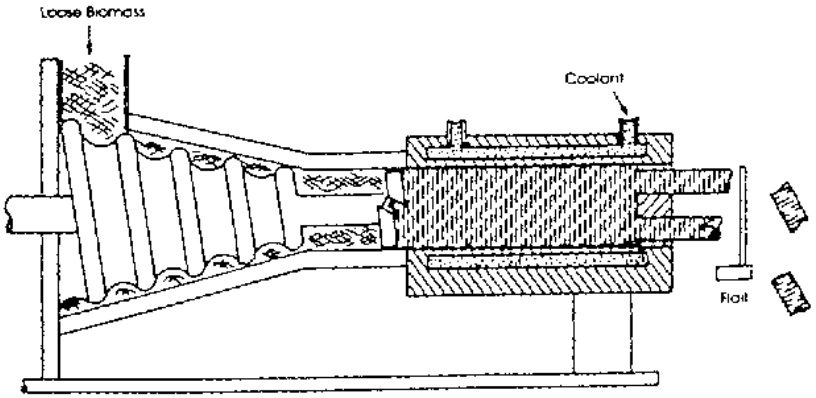


Figura 2-4, Briqueteadora de tornillo

2.8.3 Briqueteadora hidráulica

Las maquinas briqueteadoras hidráulicas generalmente producen dos tipos de briquetas, cilíndricas y rectangulares. Las primeras son generadas mediante maquinas sencillas, las cuales no cuentan con proceso de pre compresión, y alcanzan una producción de entre 50 y 100 Kg/h, este tipo de maquinas no están diseñadas para operar de manera continua por más de 8 horas diarias. El segundo tipo de briqueteadoras hidráulicas, cuenta con centrales hidráulicas de mayor complejidad, están diseñadas para trabajar de manera continua y sin

necesidad de supervisión, el rango de producción se encuentra entre los 100 y 600 kg/h. Destacan su versatilidad, ya que se puede ajustar fácilmente la fuerza de compresión ejercida por los cilindros. La temperatura de salida de las briquetas normalmente no supera los 15° sobre la temperatura ambiente. El proceso de conformado de la briqueta varía según el fabricante de la maquina, el proceso de Briqueteado de la marca alemana RUF, está representado en la figura 2-5.

Figura 2-5, Briqueteadora hidráulica

2.9 Comparación entre las distintas maquinas.

Para comparar las ventajas y desventajas de cada tipo de maquina briqueteadora, se evaluaran puntos como el consumo de energía requerido para producir una tonelada de briquetas, la capacidad de producción máxima de este tipo de maquinas, la continuidad del proceso de Briqueteado, la inversión inicial necesaria para equipos de similares capacidades, la facilidad con la cual se pueden variar los parámetros de velocidad, densidad del material, fuerza de compresión, entre otros, el aumento de temperatura en las briquetas y el peligro de incendio, la mantenibilidad del equipo y la durabilidad de sus componentes, el grado de automatización, la seguridad para los operadores y la vida útil proyectada para la maquina en horas de operación. Las características antes mencionadas se ponderaron con colores, donde

el verde significa un buen desempeño, el color naranjo demuestra un desempeño regular y el color rojo un mal desempeño, los resultados se muestran en la tabla 2.2

Característica	Tipo maquina		
	Hidráulica	Prensa mecánica	Tornillo
Consumo de energía			
Capacidad de producción			
Continuidad del proceso			
Inversión inicial			
Variación de parámetros			
Aumento de temperatura			
Mantenibilidad			
Grado de automatización			
Seguridad operacional			
Vida útil maquina			

Tabla 2.2,Ventajas comparativas

Cuando se requiere procesar una gran cantidad de material, en un horizonte de tiempo holgado, la prensa briqueteadora mecánica es la mejor opción, ya que presenta una capacidad productiva superior a sus competidoras, y una vida útil mayor, por lo que se recomienda su uso para grandes empresas con una sección dedicada exclusivamente a la producción y venta de briquetas. Para el caso de pequeñas y medianas empresas, se recomienda el uso de maquinas briqueteadoras hidráulicas, ya que aunque poseen un valor de mercado superior a las briqueteadoras de tornillo, frente a una capacidad productiva similar, las briqueteadoras hidráulicas proporcionan mayor versatilidad en cuanto a los materiales a procesar, no requieren supervisión alguna, por lo que ayuda a que la empresa se mantenga enfocada en el "core business". Debido a la versatilidad de estas últimas, se opto por diseñar una maquina briqueteadora hidráulica.

2.10 Principales fabricantes

Alrededor del mundo existe una variada gama de fabricantes de maquinas briqueteadoras, pero la mayoría se encuentran en Europa, debido a que en estos países el mercado de las briquetas está altamente desarrollado.

C.F. Nielsen

Compañía Danesa con más de 70 años de experiencia en el mercado de las briquetas. Se especializa en el diseño y confección de prensas briqueteadoras mecánicas, cuentan con 3 series distintas las cuales comprenden un rango de producción entre 150-3000 kg/h, figura 2-6 izquierda. Recientemente se estreno la serie BPH, la cual consiste en briqueteadoras hidráulicas, con un rango de producción de 80 a 150 Kg/h como la que se puede apreciar en la figura 2-6 derecha

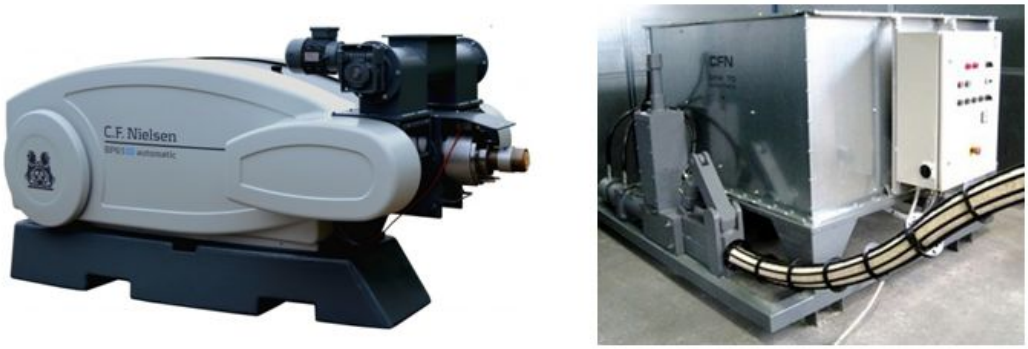


Figura 2-6, FC Nielsen

GEMCO ENERGY

Compañía de origen Chino, con fuerte presencia en el mercado de la biomasa desde el año 2004, dentro de la gama de productos que ofrece, se encuentran maquinas pelletizadoras de distintas capacidades, instalación de líneas de producción en plantas pelletizadoras, plantas móviles. En cuanto a la fabricación y venta de maquinas briqueteadoras, poseen prensas briqueteadoras mecánicas con capacidades entre los 800 y 1200 kg/h, briqueteadoras hidráulicas de hasta 125 kg/h y briqueteadoras mecánicas de tornillo, con producciones entre 180 y 350 kg/h. Los tres tipos de maquinas, en el orden antes mencionado, se ilustran en la figura 2-7

Figura 2-7, Gemco Energy

RUF.

División de la Compañía Alemana Ruf GMBH &Co, con 40 años de experiencia en la confección de maquinas briqueteadoras, con más de 3500 equipos vendidos en más de 100 países, en Sudamérica, posee oficinas en Brasil y Argentina. RUF, se dedica exclusivamente a la confección de maquinas briqueteadoras hidráulicas, las cuales pueden trabajan

principalmente con tres tipos de materiales, aserrín, lodo y viruta de metal, las cuales pueden incluir bronce, cobre o incluso acero, logrando briquetas de grandes dimensiones. Esta empresa se caracteriza por manufacturar sus componentes exclusivamente en Alemania y asegurar un funcionamiento completamente automatizado con un tiempo continuo de operación. Las capacidades de estas maquinas, específicamente las de biomasa, logran capacidades de producción desde las 60 a las 1500 kg/h.

Figura 2-8, RUF

DI-PIU

Empresa Italiana con más de 35 años de experiencia en el diseño y confección de maquinas briqueteadoras. Especializada en el diseño de Prensas briqueteadoras mecánicas, con capacidades de producción que van de los 180 a 3000 kg/h , como se muestra en la figura 2-9 (izquierda). También cuenta con una línea especializada de briqueteadoras hidráulicas para compactar virutas de acero, denominada MetalBrick, la cual se puede apreciar a la derecha de la figura 2-9.

Figura 2-9, Di -Piu

3 Maquina briqueteadora hidráulica

3.1 Introducción.

A lo largo de este capítulo, se definirán los principales parámetros de operación a los que estará sujeto el diseño de la maquina briqeteadora, las dimensiones de la briqueta, material a utilizar, entre otros. Por otro lado, se definirán los principales componentes de la maquina, el listado de piezas y se detallara el proceso de briqueteado.

3.2 Características principales.

Dado que el diseño está orientado a crear una maquina briqueteadora de mediana capacidad, lo que para las briqueteadoras hidráulicas, comprende el rango entre 100-180 kg/h, este rango depende principalmente de la dificultad que ponga el material para densificarse, distintos tipos de madera contienen distintas propiedades químicas, por lo que influyen en la capacidad de compactar el material. Para el diseño especifico de la maquina se ha

determinado utilizar como material base el pino radiata, el cual representa un 68% de las plantaciones forestales plantadas en chile (CONAF 2011).

Tomando en cuenta las propiedades del pino radiata, se establece como capacidad nominal de la maquina 150 k/h. Las briquetas pueden ser de forma prismática o cilíndricas, pero se ha optado por la primer opción, debido a que la mayoría de las maquinas briqueteadoras hidráulicas de mediana capacidad realizan briquetas prismáticas para realizar la compresión en dos etapas y así poder disminuir el tamaño de los cilindros hidráulicos. Para que la briqueta sea de fácil manejo, y pueda ser introducida con facilidad a los hornos y chimeneas convencionales, se ha ideado una forma prismática de 160 mm de largo, 105 mm de ancho y 80 mm de alto.

Considerando que las briquetas deben poseer por norma una densidad mayor a 1000 kg/m^3, el peso de cada briqueta será de aproximadamente 1.34 kg, lo que concuerda con los pesos de las briquetas que se ofrecen en el mercado. Tomando en cuenta este último dato, para cumplir con la capacidad de producción propuesta anteriormente, se deben producir 112 briquetas por hora, lo que significa un tiempo de 32 segundos por briqueta.

Otra de las características principales de la maquina, es que debe operar de manera completamente autónoma, para el caso puntual de la alimentación, al tratarse de un prototipo, se dispondrá de una tolva capaz de proporcionar una hora de autonomía a la maquina, la cual puede ser fácilmente reemplazada o adaptada para dar lugar a otro sistema de alimentación según los requerimientos específicos del cliente.

3.3 Principales elementos

En la figura 3-1, se presenta un esquema con los principales componentes de la maquina briqueteadora, elementos tales como las mangueras que conectan la central con los cilindros hidráulicos se han ocultado para poder tener una mejor representación de la maquina.

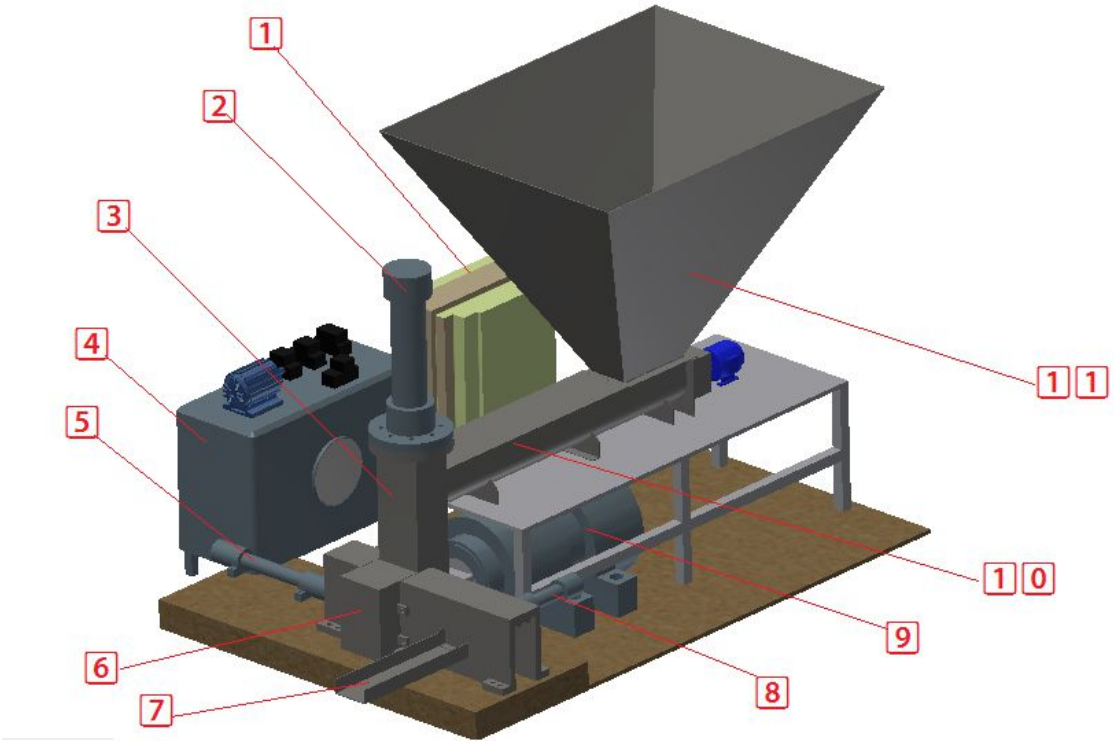


Figura 3-1, Maquina briqueteadora

1. Panel eléctrico: Tablero donde se encuentra el cableado eléctrico, también se encuentra el PLC entre otros artefactos electrónicos como el arranqué para el motor.

2.Cilindro de pre compresión: Cilindro hidráulico encargado de realizar la primera compresión del aserrín, este cilindro lleva la designación de "cilindro A"

3.Camara de pre compresión: Estructura soporte del cilindro A, también se encarga de contener el material durante los procesos de compresión.

4. Central oleo hidráulica : Este elemento cumple varias funciones, dentro de esta se encuentran las bombas encargadas de transformar la energía eléctrica del motor en energía hidráulica, contiene elementos tales como válvulas, filtros e instrumentos de medición y almacena el fluido hidráulico necesario para el funcionamiento de la maquina.

5.Cilindro desplazamiento molde: Cilindro hidráulico encargado de desplazar el molde móvil por una guía lineal ubicada en el molde fijo, este cilindro lleva la designación de "cilindro C".

6. Molde fijo: Elemento que contiene el aserrín en el proceso de compresión y permite el desplazamiento del molde.

7.Rampa de salida: Rampa que recibe la briqueta una vez terminada.

8.Cilindro de expulsión: Cilindro hidráulico encargado de expulsar la briqueta una vez que el cilindro C se encuentra totalmente extendido, este cilindro lleva la designación de "cilindro D".

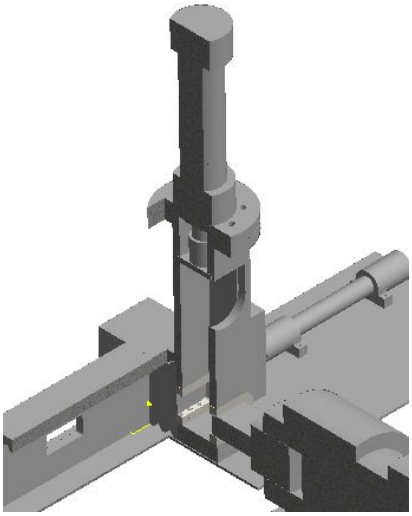
9.Cilindro de compresión: Cilindro hidráulico encargado de realizar la compresión total del aserrín, este cilindro lleva la designación de "cilindro B".

10. Alimentador de tornillo: Componente que transporta y dosifica el material desde la tolva hasta la cámara de pre compresión.

11. Tolva de alimentación: Estructura capaz de almacenar material para su posterior utilización.

3.4 Proceso de Briqueteado

El proceso comienza con la descarga de aserrín proveniente del alimentador de tornillo, el cual se encuentra comandado mediante un PLC. El alimentador de tornillo descarga el material en la cámara de pre compresión(figura 3-3), en la cual el cilindro A comprime el aserrín hasta llegar a una densidad de 840 kg/m^3(figura 3-2) (De la figura 3-2 a la figura 3-7, se han realizado operaciones de corte sobre la máquina para obtener una mejor visión del proceso.)



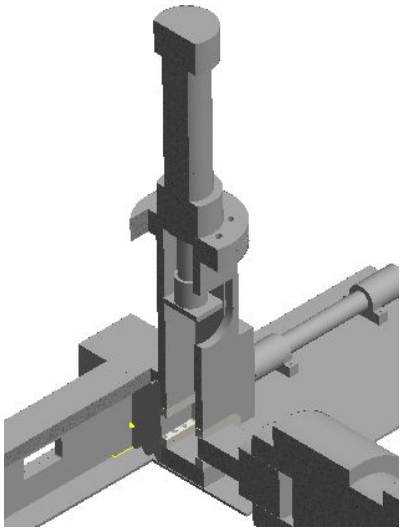
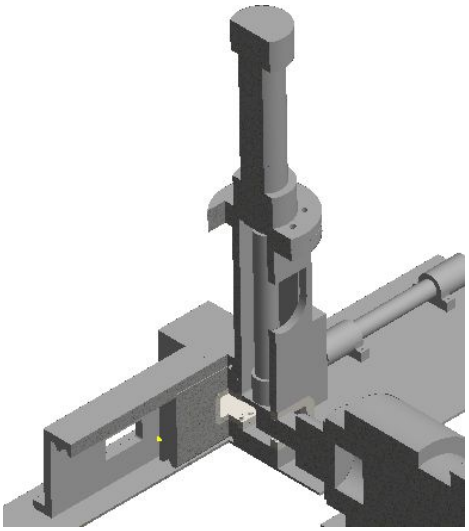


Figura 3-3 Ingreso de material

Figura 3-2 Pre compresión

Posteriormente, el cilindro C sitúa el molde en posición (figura 3-4) , para que el cilindro B realice la compactación del material y la briqueta quede con una densidad de 1000 Kg/m^3 (figura 3-5)



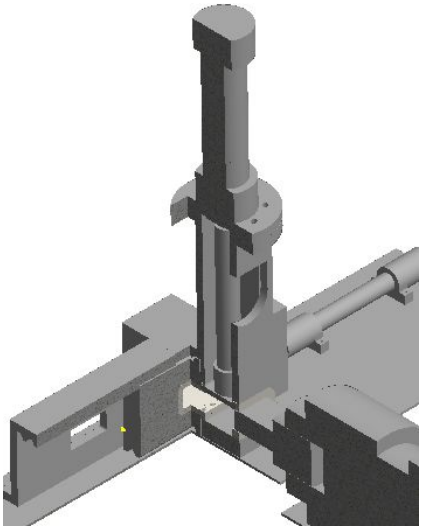


Figura 3-3 Compactación

Figura 3-2, Desplazamiento molde

Finalmente, el cilindro C se extiende por completo, ubicando la briqueta en posición para ser expulsada por el cilindro D (figura 3-6), de manera simultánea a la extensión completa del cilindro C, los cilindros A y B se recogen.

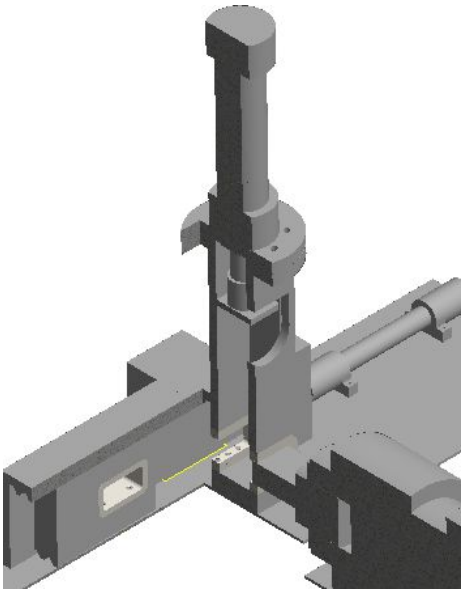


Figura 3-4 Extensión total del cilindro C

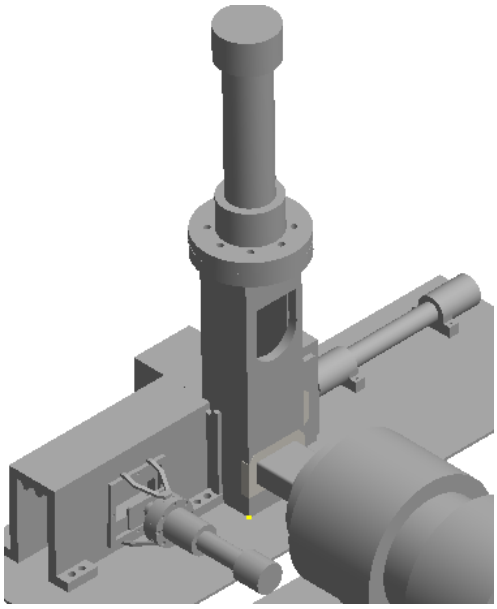


Figura 3-5 Briqueteadora en reposo

Una vez expulsada la briqueta (Figura 3-5) ,el cilindro D retorna a su posición inicial y posteriormente lo hace el cilindro C. Cuando todos los cilindros vuelvan a su posición original, el proceso se repite nuevamente.

Secuencia de Briqueteado:

$$A+\ C'+\ B+\ (A-\ B-)\ C''+\ D+\ D-\ C-$$

4 Diseño de elementos críticos

4.1 Introducción.

Debido a la gran presión que se debe ejercer sobre el material para lograr la densidad requerida, hay piezas que deben estar diseñadas especialmente para poder aceptar grandes cargas. Para lograr esto se han seleccionado los principales elementos que están sometidos a granes esfuerzos y se han diseñado con la ayuda de software de análisis de elementos finitos, para así asegurar un correcto diseño. Otras de las características que se han tomado en cuenta son la versatilidad y disposición comercial de los materiales, los procesos de manufactura asociados a la confección de estos y la factibilidad de realizar mantención.

4.2 Elementos críticos.

Los elementos a diseñar se pueden apreciar en el plano de despiece del Anexo ****. Estos son principalmente :

- Molde fijo
- Molde
- Cámara de pre-compresión
- Extremo de cilindro A
- Extremo de cilindro B

Todos los elementos fueron sometidos a métodos de análisis mediante elementos finitos, utilizando el software ANSYS, los elementos serán trazados con un mallado fino y una transición suave en las aristas , como el que se muestra en la figura 4-1

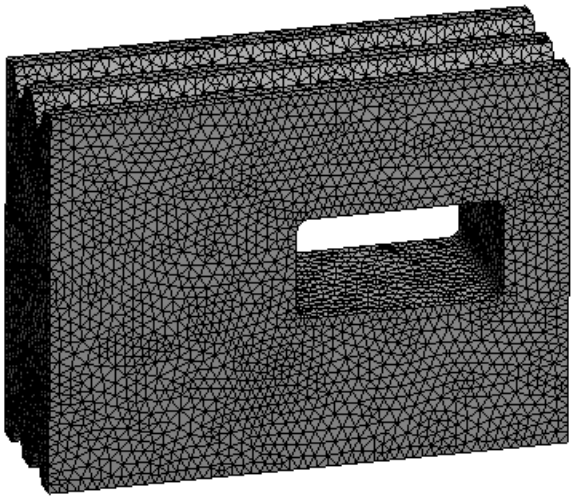


Figura 4-1, Malla

A pesar de que en la práctica las cargas son dinámicas, debido a que la velocidad con la que se efectúan los movimientos es relativamente pequeña, para efectos de diseño se trataran como cargas estáticas. Los análisis que se efectuaran son de deformación total, esfuerzo de Von Mises y el factor de seguridad resultante del material, el cual se obtiene del cociente entre el esfuerzo de fluencia y el esfuerzo aplicado.

El esfuerzo de compactación del aserrín se determino mediante ensayos de laboratorio, estableciendo el esfuerzo necesario para lograr una densidad de 1000 kg/m^3, es de 111 Mpa, el detalle de los resultados de los ensayos realizados se encuentran en el ANEXO A Para efectos de diseño, para la simulación de los esfuerzos de compresión, se utilizaran los esfuerzos máximos que ejerce cada cilindro, 130 Mpa para el cilindro B y 18 Mpa para el cilindro A.

4.3 Molde fijo

Este elemento es encargado de permitir el desplazamiento lineal del molde, también debe ser capaz de contener el material en el proceso de compactación producido por el cilindro B.

Esta pieza debe tener cavidades que permitan el ingreso de los cilindros B y D,(cavidad frontal, figura 4-2) como también debe permitir la expulsión de la briqueta una vez terminada (cavidad posterior, figura 4-2)

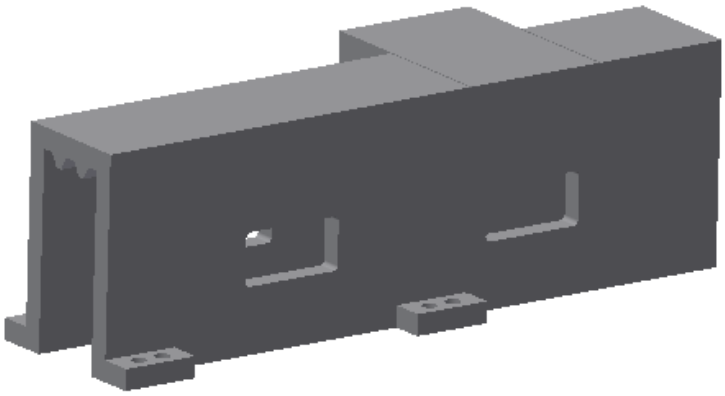


Figura 4-2, Molde fijo

4.3.1 Manufactura y materiales

Esta pieza debe ser confeccionada con placas de acero de 32 mm de espesor, las cuales se encuentran unidas mediante cordones de soldadura al arco eléctrico con electrodo AWS E7018. La parte superior de la pieza comprende una guía lineal, la cual debe ser rectificada para obtener una tolerancia de planitud de 0.1 mm.

El material a manufacturar son planchas de acero ASTM A 572 con las siguientes propiedades:

- Esfuerzo de fluencia: 345 Mpa
- Esfuerzo máximo: 450 Mpa
- Modulo de elasticidad: 200 Gpa

4.3.2 Condiciones de Borde

Las condiciones de borde impuestas a esta pieza son:

- Esfuerzos de compresión de 133 Mpa en la parte posterior de la pieza, donde se comprime la pieza.
- Soporte (empotrado) en la parte inferior (pies)

4.3.3 Resultados obtenidos.

Deformación total.

Como se puede apreciar en la figura 4-3, la deformación máxima se produce en el extremo superior de la pieza, llegando a un máximo cercano a 0.302 mm, lo cual no es significado considerando que la pieza final ira soldada a la cámara de pre compresión, por lo que este valor debiese disminuir considerablemente.

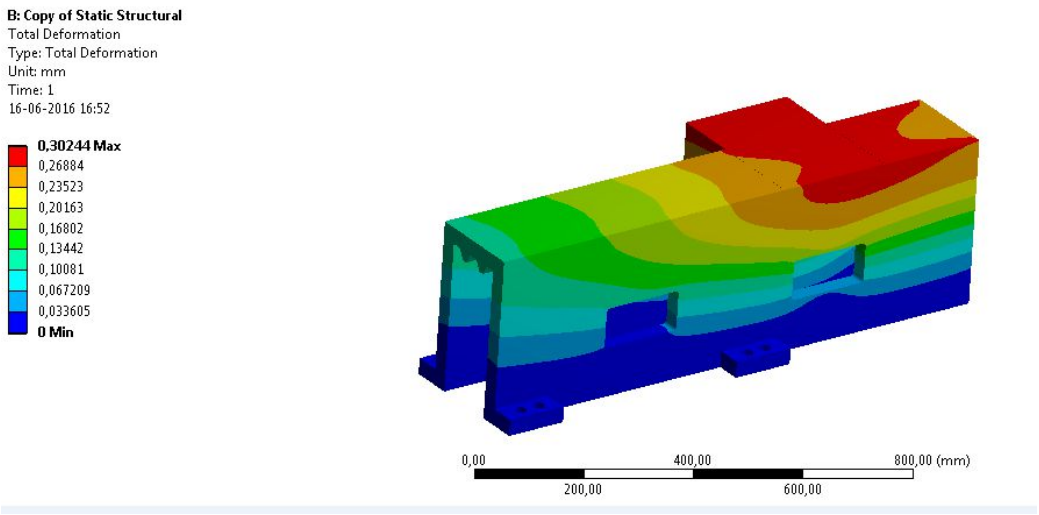


Figura 4-3, Deformación total molde fijo

Esfuerzo de Von Mises.

Como se pude apreciar en la figura, los mayores esfuerzos se generan en la base de la pieza, donde se fija el soporte.

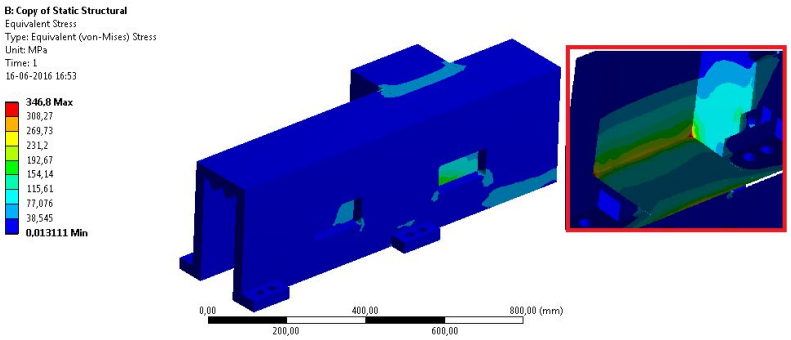


Figura 4-4, Esfuerzo máximo molde fijo

Factor de seguridad.

Al igual que con el resultado del análisis de esfuerzo máximo, el factor de seguridad disminuye en el borde de la pieza donde se aplica la fijación, llegando a su mínimo en la esquina.

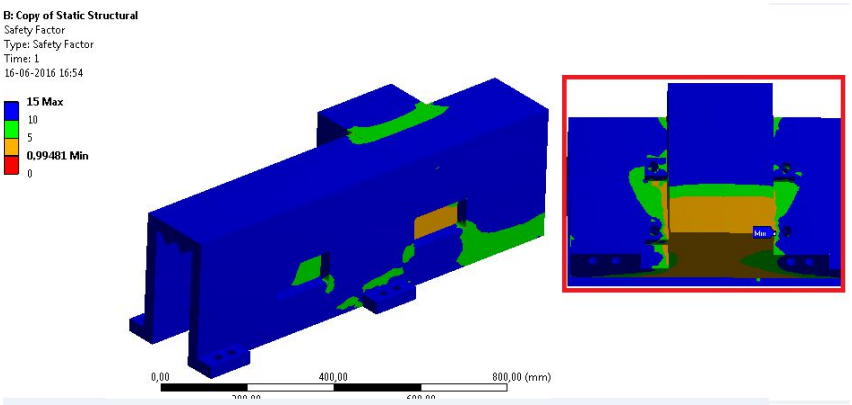


Figura 4-5, Factor de seguridad molde fijo

4.3.4 Evaluación de la pieza.

A pesar de que se producen grandes esfuerzos en la base del molde, esta se puede soldar fácilmente a la estructura soporte, aumentando la resistencia y durabilidad de este componente, conservando la cualidad de poder desmontar las partes laterales mediante pernos y así poder realizar mantenciones periódicas, por lo que la pieza se considera apta para cumplir su función de menara satisfactoria.

4.4 Molde

Este elemento interviene en las dos etapas del proceso de briqueteado, primero contiene el material que es pre compactado por el cilindro A, esta carga es soportada por la superficie maciza que se puede apreciar en el costado derecho de la figura 4-6. Posteriormente en la etapa de compresión, el molde se encarga de contener el material mientras es comprimido por el cilindro B, por lo que debe ser capaz de resistir los esfuerzos realizados por este cilindro para compactar el material.

Figura 4-6 Molde

4.4.1 Manufactura y materiales

El molde constara de dos piezas, las cuales están unidas mediante tornillos M12 con un paso de 1.75 mm. La primera pieza (figura 4-7) es la encargada de recibir los esfuerzos de compresión realizados por el cilindro, por lo que se utilizara un material SAE 4140, mientras que la segunda pieza (figura 4-8) será la encargada de desplazarse por la guía lineal hasta las distintas posiciones requeridas en el proceso.

La parte interna es fresada a partir de un bloque sólido de acero SAE 4140, mientras que el cuerpo es de acero SAE 1045, el cual es construido a partir de una matriz, a la que se le dan las terminaciones requeridas, para posteriormente rectificar las guías lineales tanto de la parte superior como inferior.

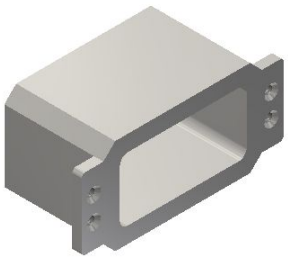


Figura 4-7, Molde interior

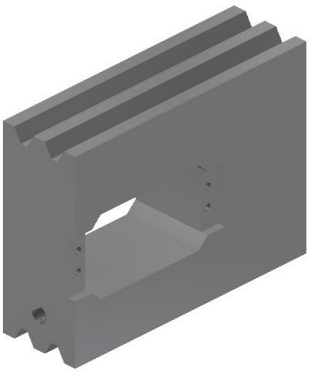


Figura 4-8 Molde exterior

EL acero SAE 4140 posee las siguientes características:

- Esfuerzo de fluencia: 690 Mpa
- Esfuerzo máximo: 900 Mpa
- Modulo de elasticidad: 200 Gpa

Propiedades SAE 1045 :

- Esfuerzo de fluencia: 310 Mpa
- Esfuerzo máximo: 565 Mpa
- Modulo de elasticidad: 200 Gpa

4.4.2 Condiciones de Borde

Las condiciones de borde impuestas a esta pieza son:

- Esfuerzos de compresión de 133 Mpa en cada cara de la cavidad interna de la pieza.
- Soporte (empotrado) en la parte trasera
- Soporte (empotrado) en los carriles superior e inferior

4.4.3 Resultados obtenidos.

Deformación total.

En la Figura 4-9 se puede apreciar que la mayor deformación ocurre en el costado donde se acopla el cilindro C, esto debido a que esa pared es significativamente más delgada. A pesar de esto, la deformación en las partes más apenas logra sobrepasar la decima de milímetro.

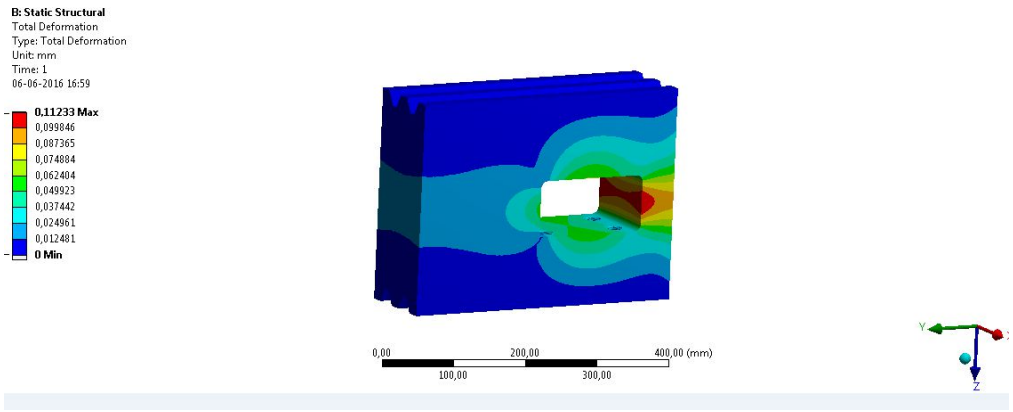


Figura 4-9 ,Deformación total molde

Esfuerzo de Von Mises.

En la escala que se puede ver en la parte izquierda de la figura 4-10, se aprecia los puntos de concentración de esfuerzos se encuentran en las aristas del molde, pero debido a que estas son de acero SAE 4140, no se logra sobrepasar el esfuerzo de fluencia.

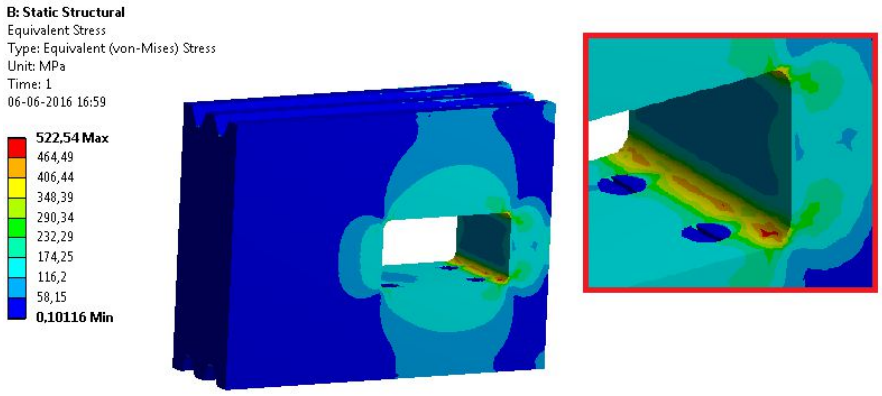


Figura 4-10, Esfuerzo máximo Molde

Factor de seguridad.

La pieza resiste satisfactoriamente los esfuerzos aplicados, por lo que nunca se logra sobrepasar el esfuerzo de fluencia de cada material.

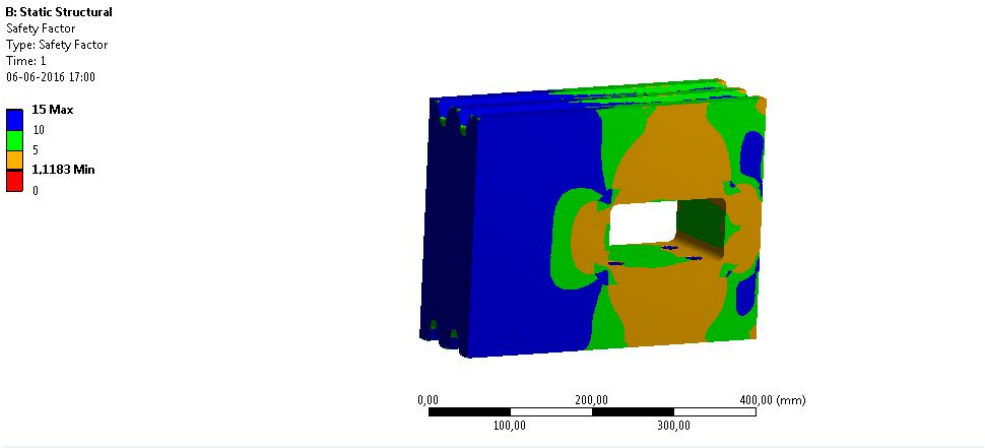


Figura 4-11, Factor de seguridad molde

4.4.4 Evaluación de la pieza .

Por lo visto anteriormente, al utilizar un acero de mayor resistencia para la parte interior del molde, se logra un diseño más resistente y capaz de soportar los esfuerzos aplicados.

4.5 Cámara de pre compresión

Este elemento es encargado de contener el material durante el proceso de pre compactación del material mediante el cilindro A. De manera similar al diseño del molde, se utilizaran dos materiales distintos, para evitar la falla debido a la concentración de esfuerzos en las aristas. El cuerpo principal de este elemento(figura 4-13), es el encargado de contener el material en los primeros tramos de la pre compresión, también es encargado de unir los sistemas de alimentación y compresión. Las dos placas de la figura 4-14 son las encargadas de contener

el material en el último tramo de la pre compresión, por lo que son las que reciben los mayores esfuerzos.

Figura 4-12, Cámara de pre compresión

Figura 4-13, Cuerpo cámara pre compresión

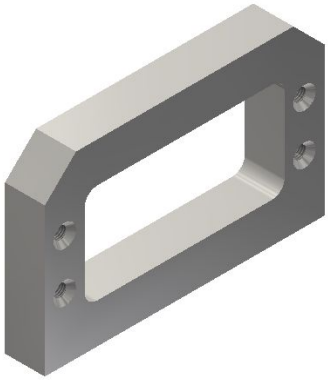


Figura 4-14, Placa cámara de pre compresión

4.5.1 Manufactura y materiales

El cuerpo de la cámara de pre-compresión está compuesta de planchas de acero ASTM A 572 soldadas al arco manual con electrodos E 7018, mientras que las placas reforzadas de la parte inferior son de acero SAE 4140.

4.5.2 Condiciones de borde.

Las condiciones de borde impuestas a esta pieza son:

- Esfuerzos de compresión de 18 Mpa en cada cara de la cavidad interna de la pieza.
- Esfuerzos de compresión de 5 Mpa en la parte superior de las caras laterales de la pieza
- Soporte (empotrado) en la cavidad superior correspondiente a la entrada del alimentador de tornillo.
- Soporte (empotrado) en la parte inferior de la pieza.

4.5.3 Resultados obtenidos.

Deformación total.

La deformación máxima es de 0.273 mm, lo cual es aceptable para los requerimientos de la maquina.

Esfuerzo de Von Mises.

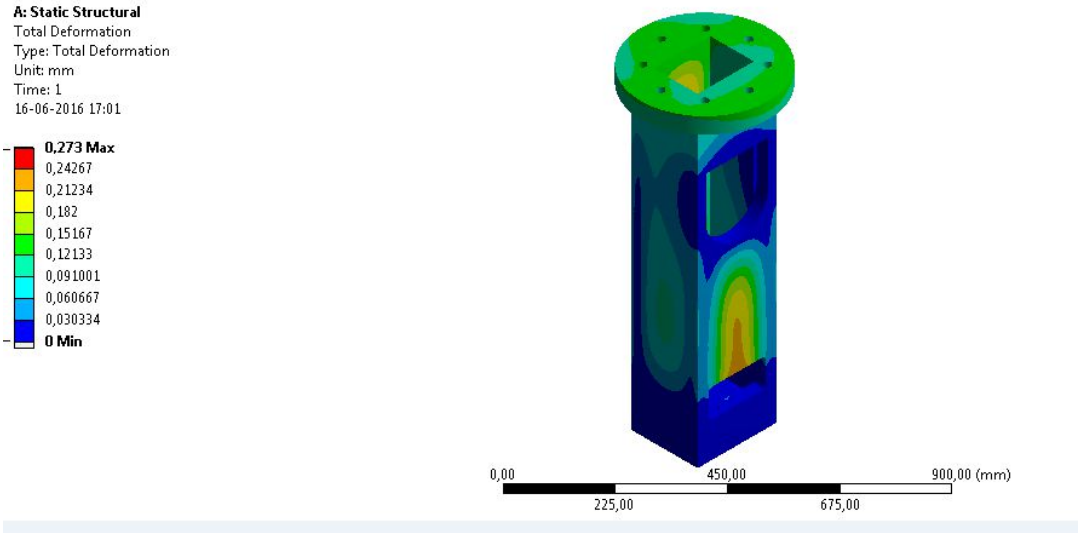


Figura 4-15, Deformación máxima cámara de pre compresión

Esfuerzo de Von Mises.

Los principales esfuerzos se producen en las aristas del molde, llegando a los 385 Mpa, pero debido a que estos son de acero 4140, presentan un valor de esfuerzo de fluencia mucho mayor.

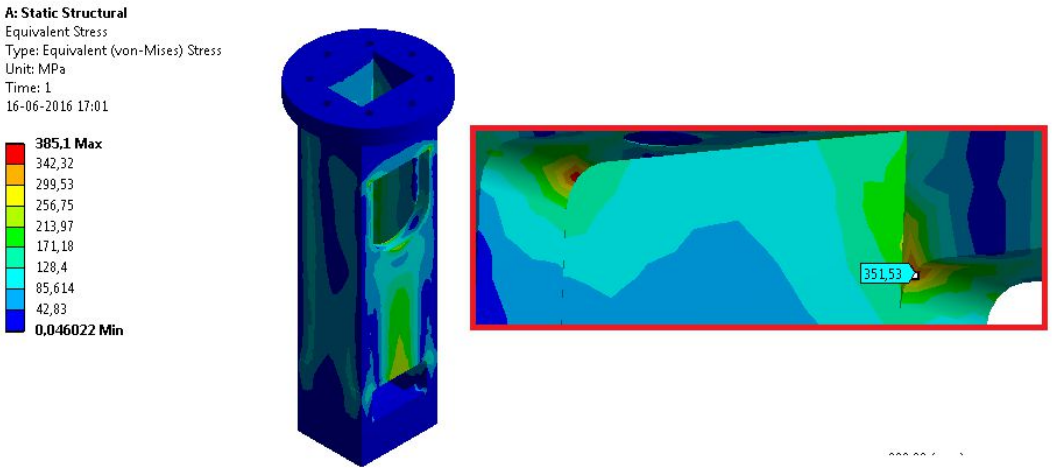


Figura 4-16, Esfuerzo máximo cámara de pre compresión

Factor de seguridad.

Como se aprecia en la imagen posterior, el factor de seguridad en ningún punto es inferior a la unidad.

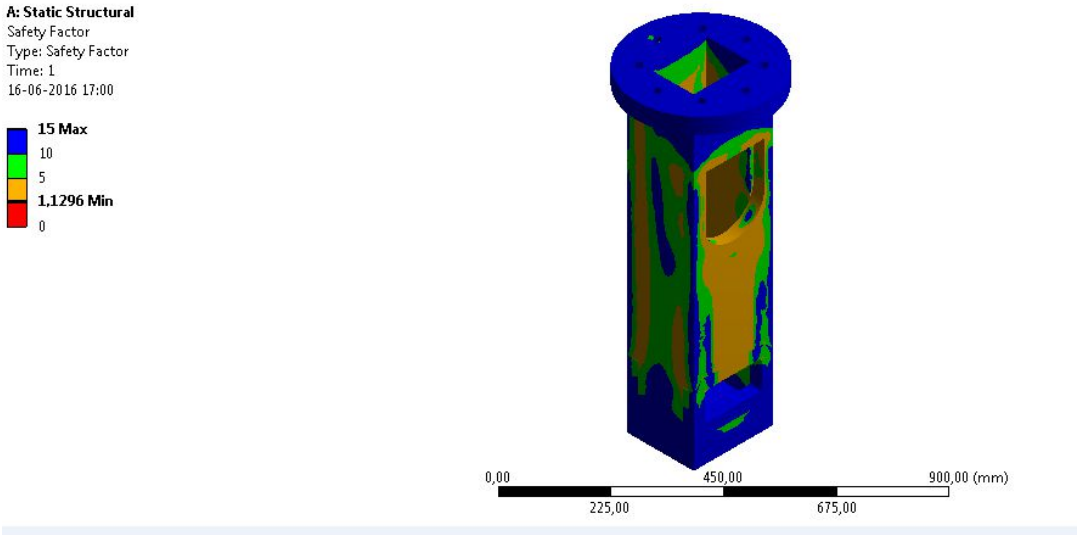


Figura 4-17, Factor de seguridad cámara de pre compresión

4.5.4 Evaluación de la pieza

Al ser un ele memento compuesto por piezas con distintos tipos de acero, la pieza reacciona de buena manera a los esfuerzos sometidos

4.6 Extremo cilindro A

Este extremo consiste en una plancha de acero unida al vástago mediante una rosca M64 con 3 mm de paso. para efectos de este análisis, se tratara el vástago unido con el extremo mediante la rosca como una sola pieza (figura 4-18).

Figura 4-18, Extremo Cilindro A

4.6.1 Manufactura y materiales

Esta pieza se compone de una plancha de acero ASTM A 572, soldada a una rosca hembra mediante un electrodo E 7018, Esta rosca posteriormente se ensambla al vástago del cilindro A.

4.6.2 Condiciones de Borde

Las condiciones de borde impuestas a esta pieza son:

- Esfuerzos de compresión de 18 Mpa en el extremo inferior
- Soporte (empotrado) en el extremo superior

4.6.3 Resultados obtenidos.

Deformación total.

La plancha sufre una pequeña deformación en las esquinas, la cual es de 0.27 mm

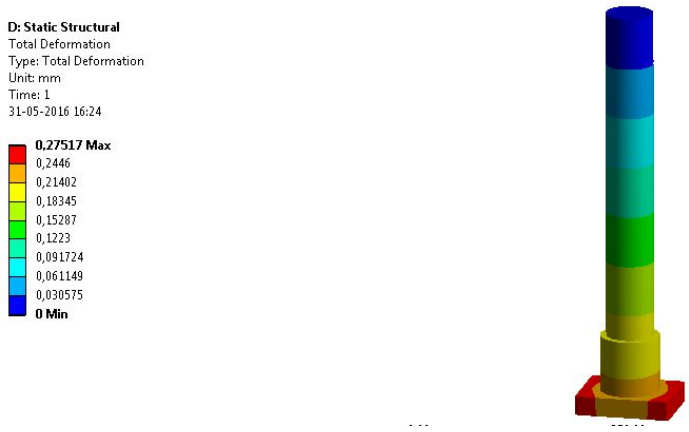


Figura 4-19, Deformación total extremo cilindro A

Esfuerzo de Von Mises.

En la figura 420, se puede apreciar que en ningún momento se sobrepasa el esfuerzo de fluencia del material.

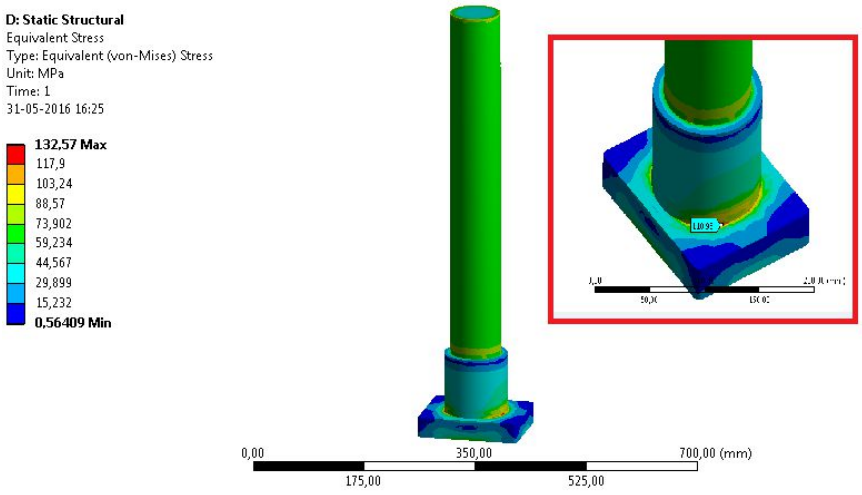


Figura 4-20, Esfuerzo máximo extremo cilindro A

Factor de seguridad.

El factor de seguridad no es sobrepasado en ningún momento, cabe destacar que el vástago del cilindro propiamente tal no es del material anteriormente citado.

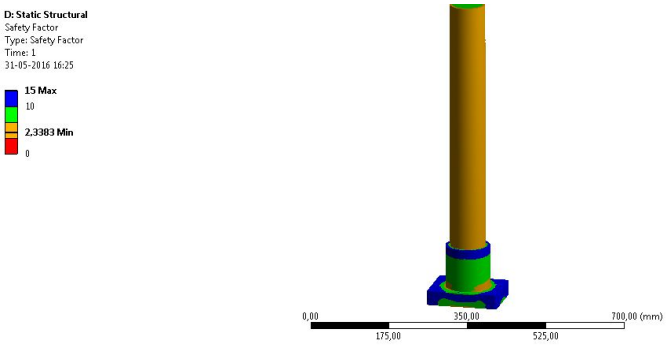


Figura 4-21,Factor de seguridad extremo cilindro A

4.6.4 Evaluación de la pieza.

Al probar con espesores menores a los 32 mm, se producen deformaciones mayores al milímetro, lo cual puede ser perjudicial para el proceso de Briqueteado, por lo que se fijo el espesor de plancha en 32 mm, utilizando este espesor, la pieza responde satisfactoriamente al esfuerzo aplicado.

4.7 Extremo cilindro B

De manera similar a la pieza anterior, el extremo se unirá al vástago mediante una rosca M160 con 4 mm de paso. Para efectos de este análisis se consideraran ambas piezas como una sola.

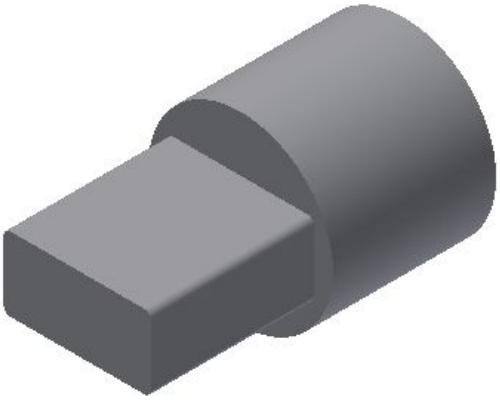


Figura 4-22,Extremo cilindro B

4.7.1 Manufactura y materiales

EL material seleccionado es un bloque macizo de acero SAE 1045, el cual se una mediante una rosca a un acople para posteriormente ir unido al vástago del cilindro B.

4.7.2 Condiciones de Borde.

Las condiciones de borde impuestas a esta pieza son:

- Esfuerzos de compresión de 133 Mpa en el extremo inferior
- Soporte (empotrado) en el extremo del vástago

4.7.3 Resultados obtenidos.

Deformación total.

Como se puede apreciar en la figura 4-23, la deformación de la pieza es despreciable (0.17 mm).

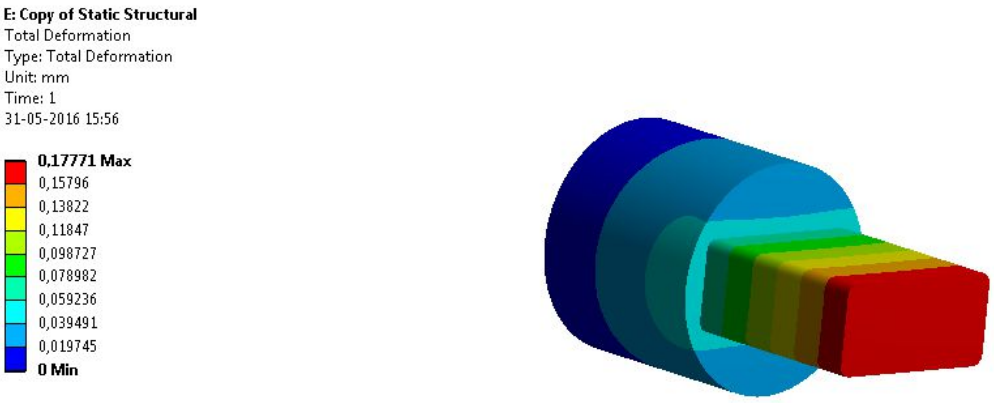


Figura 4-23, Deformación total extremo cilindro B

Esfuerzo de Von Mises.

Los puntos de concentración de esfuerzos se ubican en las aristas del bloque, pero el esfuerzo máximo nunca logra sobrepasar el esfuerzo de fluencia del material (310 Mpa)

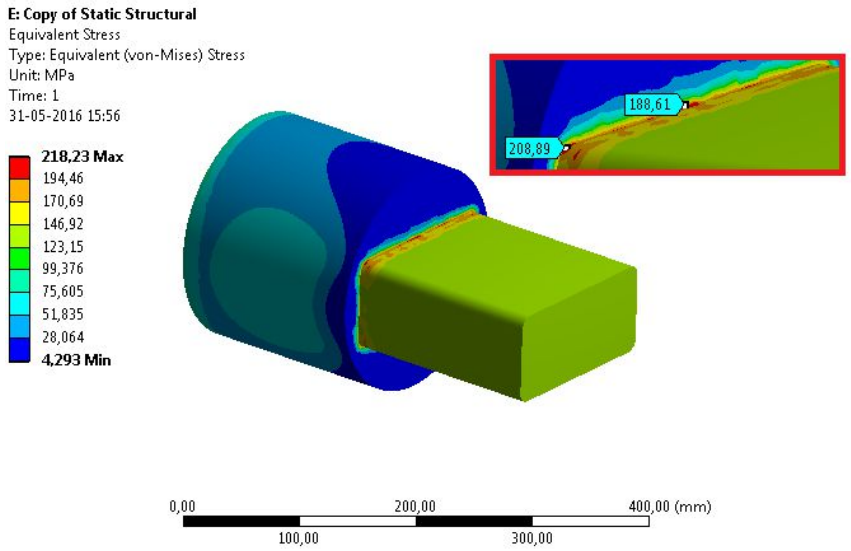


Figura 4-24, Esfuerzo máximo extremo cilindro B

Factor de seguridad.

El factor de seguridad de la pieza en ningún punto es inferior a la unidad.

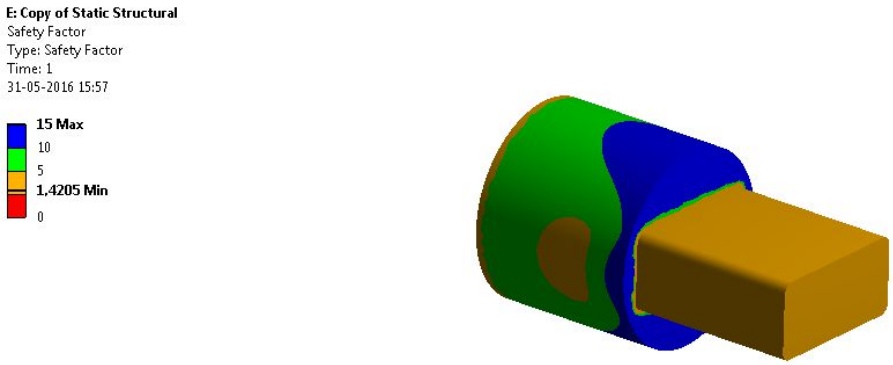


Figura 4-25, Factor de seguridad extremo cilindro B

4.7.4 Evaluación de la pieza.

A pesar de la concentración de esfuerzos en los vértices del bloque, la pieza logra soportar de manera satisfactoria los esfuerzos ejercidos por el sistema hidráulico.

5 Diseño sistema Oleo hidráulico y sistema de alimentación.

5.1 Introducción.

El sistema oleo hidráulico debe entregar la energía necesaria para poder compactar el aserrín hasta lograr la densidad establecida en la norma DIN 51731 , es por esto que el sistema operara hasta un máximo de 250 bar. Este sistema también se encarga de desplazar los elementos móviles de la maquina, por lo que debe aportar el caudal suficiente para que los elementos se deslacen con la velocidad requerida para cumplir con el tiempo estimado en el proceso de briqueteado. El sistema de alimentación se encarga de introducir el material dentro de la cámara de pre compresión, por lo que debe proporcionar un flujo controlado y uniforme.

5.2 Esquema Oleo Hidráulicos

El sistema oleo hidráulico está diseñado para trabajar con dos bombas en paralelo, las cuales funcionen a distintas presiones, la primera bomba encargada de suministrar la mayor parte del caudal, "bomba de baja", y apartará alrededor de 60 lt/min a una presión no mayor a 50 bar, esta bomba se encargara de desplazar los actuadores la mayor parte del tiempo, considerando que el cilindro A en la mayor parte de su recorrido no ejerce mayores esfuerzos debido a la escasa resistencia que ofrece el aserrín a granel, mientras que el cilindro B en sus primeros 125 mm de carrera solo desplaza la briqueta pre compactada dentro del molde, por lo que no ejerce mayor esfuerzo sobre al material. La segunda bomba, "bomba de alta", será encargada de suministra la presión suficiente para que se logre densificar el material, pero

aportando un caudal mucho menor, por lo que deberá operara a 250 bar y con un caudal de a lo más 10 lt/min, que es el caudal necesario para que el cilindro B realice la compactación en un tiempo acorde al estipulado anteriormente .Para cumplir con los requerimientos previamente establecidos en el capitulo tres, se plantea el siguiente diagrama de espacio fase, en el cual se puede apreciar el cambio de posición de cada uno de los cilindros (figura 5-1).

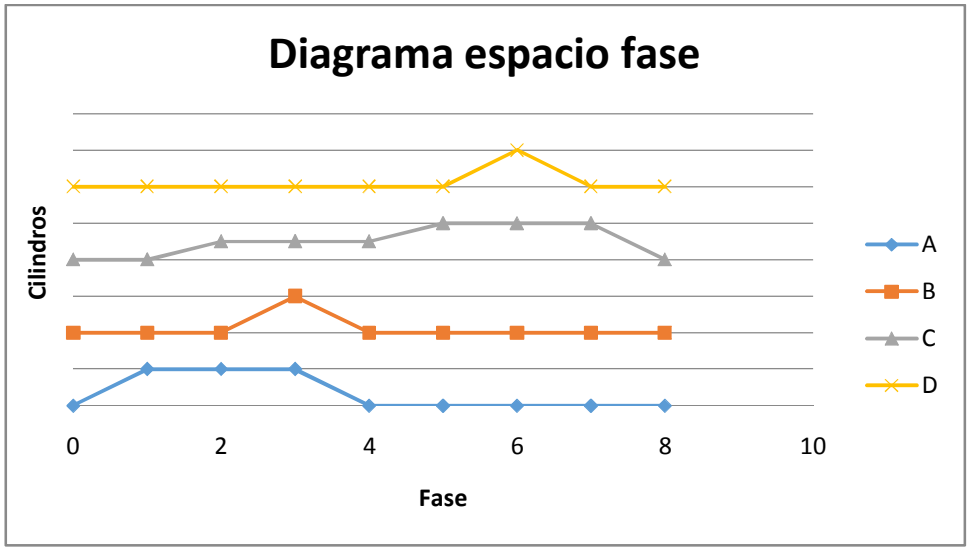


Figura 5-1, Diagrama espacio fase

El esquema oleo hidráulico se encuentra representado en la figura 5-2, las funciones especificas de los detectores de proximidad y presostatos que se encuentran en la figura serán detallados en el capítulo 6.

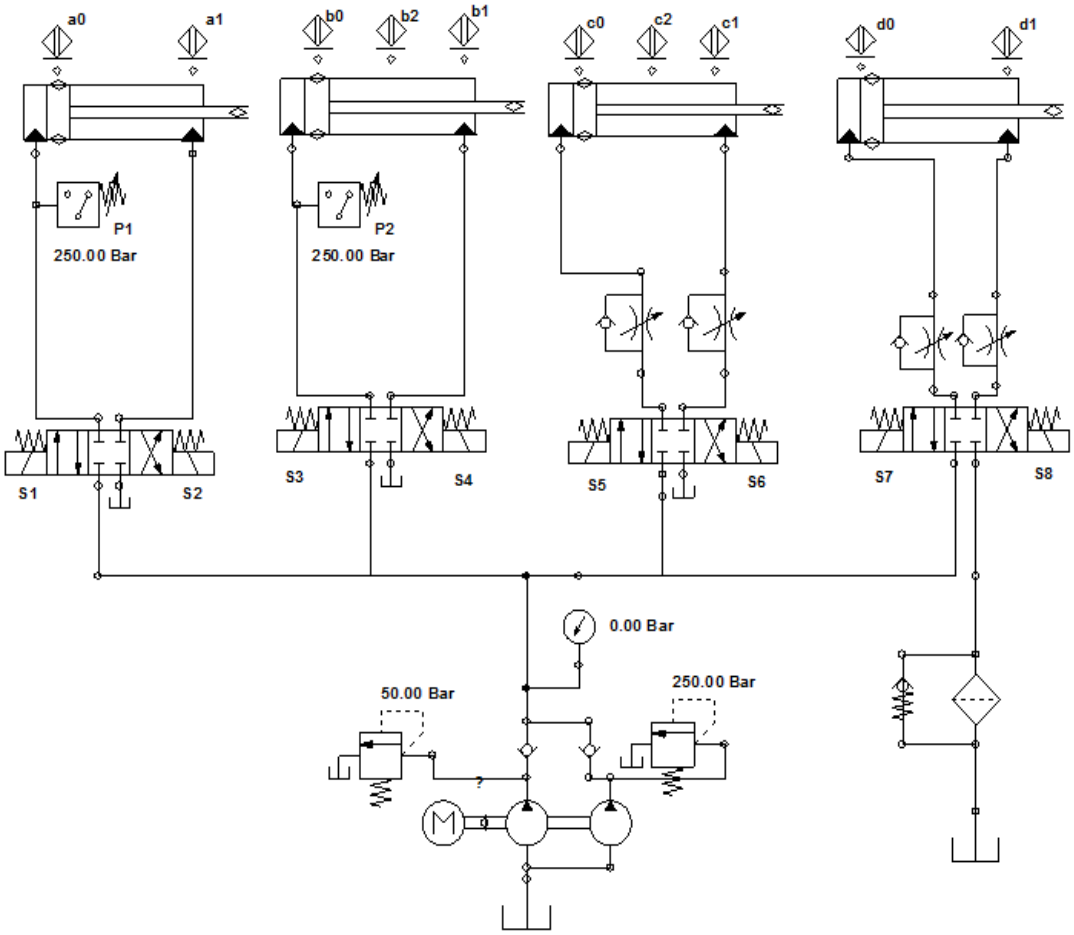


Figura 5-2, Esquema Oleo hidráulico

5.3 Componentes a utilizar

5.3.1 Cilindro Doble Efecto:

Son actuadores mecánicos que transforman la energía hidráulica en energía mecánica atreves del desplazamiento lineal de un pistón. el proceso de avance del cilindro se efectúa introduciendo aceite a presión en la cámara posterior y comunicando la cámara anterior con el estanque o línea de retorno, para el caso del retroceso del vástago se sigue el proceso inverso.

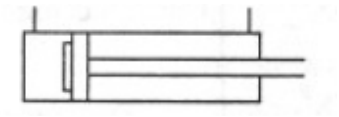


Figura 5-3, Cilindro doble efecto

5.3.2 Válvulas distribuidoras

Este elemento hidráulico permite dirigir el fluido en diferentes direcciones dentro del circuito hidráulico, asegurando la apertura y cierre de una o varias vías de paso según sea necesario. El mando de los distribuidores puede ser mecánico, electromagnético, hidráulico, neumático o distintas combinaciones de estos.

Las válvulas distribuidoras se clasifican según su número de posiciones (casillas cuadradas) y su cantidad de vías (conexiones dentro de cada casilla). En este caso se utilizaran válvulas de 3 posiciones y 4 vías, las cuales están centrada por resortes y se activan mediante solenoides (figura 5-4). Estas válvulas poseen un tipo de centro cerrado el cual evita el desplazamiento de los cilindros en cualquier sentido, y permite que el fluido sea redistribuido a otros puntos del circuito.

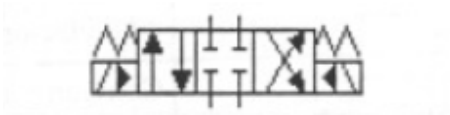


Figura 5-4, Válvula direccional 3/4 con centro cerrado

5.3.3 Válvula anti retorno

También llamada válvula Check, esta válvula impedir que el aceite fluya en dos sentidos en una parte determinada de un circuito y asegurar la estanqueidad entre las dos partes de este circuito. También existen otras variantes, en las cuales se incorpora un resorte o resistencia

en el sentido de apertura de la válvula, permitiendo el paso solo cuando la presión que ejerce el fluido sobrepasa la resistencia del resorte.

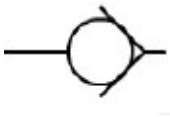


Figura 5-5, Válvula anti retorno

5.3.4 Válvula reguladora de caudal unidireccional.

Este elemento se utiliza para reducir el caudal que ingresa, mediante la variación de la sección de paso del fluido, mediante una válvula anti retorno montada en paralelo, se logra evitar que el fluido disminuya su caudal en el sentido contrario, como se puede apreciar en la figura 5-6, por lo que el fluido al pasar de A a P pasa estrangulado (reducido), mientras que de P a A pasa libremente.

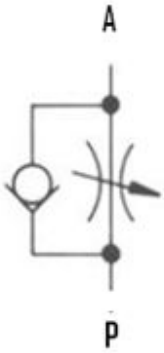


Figura 5-6, Válvula reguladora de caudal

5.3.5 Válvula limitadora de presión

Este tipo de componente reaccionan a determinado valor de presión, son válvulas normalmente cerradas que limitan la presión máxima de entrada a un valor especificado previamente, por debajo de esta presión, el elemento permanece cerrado, y al llegar a la presión tarada, la válvula se abre y redirige el fluido al estanque.

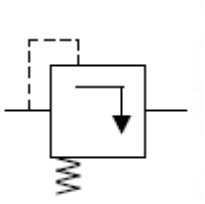


Figura 5-7, Válvula limitadora de presión

5.3.6 Filtro

Cumplen la función de separar las impurezas que transporta el fluido, generalmente se sitúa a la entrada de las bombas (aspiración), en las líneas de presión a la salida de la bomba o en el retorno, para evitar que las impurezas generadas por la fricción de los componentes móviles reingresen al sistema.

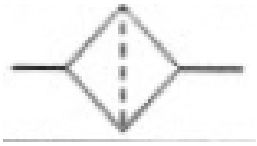


Figura 5-8,Filtro

5.3.7 Bomba

La misión de una bomba hidráulica es la de transformar en energía hidráulica la energía mecánica o eléctrica que se le comunica. Esta transformación se realiza en dos fases, fase de aspiración donde el paso del fluido desde el depósito hasta la bomba y fase de compresión, donde se impulsa el fluido desde la bomba al resto del circuito.

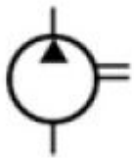


Figura 5-9, Bomba

5.4 Determinación de carreras en cilindros hidráulicos.

La carrera mínima que deben tener los cilindros de compresión y pre compresión se calcula en función de la reducción de volumen. Considerando que se debe conservar la masa(M), la relación entre densidades es la que se expresa en la ecuación 5-1, donde los sub índices representan el estado inicial (i), intermedio (m) y final (f), mientras que para los cilindros C y D, la carrera mínima se determina mediante los movimientos específicos que deben realizar.

$$M = V * \rho \quad , \quad V = h * l * a$$

$$M_i = M_f$$

$$(h_i * a_i * l_i) * \rho_i = (h_m * a_m * l_m) * \rho_m = (h_f * a_f * l_f) * \rho_f$$

Ecuación 5-1

Con:

- V: Volumen
- h: Alto
- a: Ancho
- l: Largo
- ρ: Densidad

5.4.1 Carrera cilindro A

Dado que para el cilindro A, las dimensiones iníciales de ancho y largo no varían respecto a las dimensiones finales, la ecuación anterior queda expresada como la igualdad entre los productos de la altura y densidad. Como se conocen ambas densidades y la altura final (que es la altura de las briquetas), el cálculo de la carrera mínima que debe tener el cilindro para efectuar la pre compresión, queda expresado en la ecuación 5-1. Cabe señalar que como criterio de diseño se ha optado por considerar la densidad inicial como el valor más bajo especificado en el rango de densidades del aserrín, [160-208 kg/m^3].

Para este caso la altura intermedia es igual a la altura final, ya que no se vuelve a comprimir el material en ese sentido.

$$h_m = h_f$$

$$hi * \rho_i = h_f * \rho_m$$

Considerando que la carrera mínima que debe recorrer el cilindro es la diferencia entre la altura inicial de la columna de aserrín y la altura final de esta, ecuación 5-2

$$Carrera\ minima\ Cilindro\ A: h_i - h_f$$

$$h_i = \frac{h_f * \rho_m}{\rho_i}$$

$$\text{Carrera minima Cilindro A: } \frac{\mathrm{h_f} * \rho_\mathrm{m}}{\rho_\mathrm{i}} - \mathrm{h_f}$$

Ecuación 5-2

A esta carrera mínima calculada, se le debe agregar el espacio correspondiente para que efectué su función sin inconvenientes el alimentador de tornillo, por lo que se le debe adicionar la suma correspondiente a la descarga de este, 205 mm . Tomando en cuenta estas consideraciones, el cilindro A debe tener una carrera de 545 mm.

5.4.2 Carrera cilindro B

En el caso del cilindro B, encargado de la compactación total del material, las dimensiones que se mantienen constantes son la altura y el largo, por lo que la carrera mínima para efectuar al compresión queda representada por la ecuación 5-3

$$a_m * \rho_m = a_f * \rho_f$$

Al igual que en el caso anterior, la carrera mínima quedara determinada por la diferencia de las longitudes en el sentido de la compactación

$$Carrera\ minima\ Cilindro\ B\text{:}\ a_m - a_f$$

$$\text{Carrera minima Cilindro B : } \frac{\mathrm{a_f} * \rho_\mathrm{f}}{\rho_\mathrm{m}} - \mathrm{a_f}$$

Ecuación 5-3

Reemplazando en la ecuación, la carrera mínima que debe tener el cilindro para efectuar la compactación, es de 45 mm. Este cilindro además debe ser capaz de trasladar la briqueta pre compactada por una distancia de 125 mm, para que esta ingrese en el molde, mas 32 mm que es el espesor respectivo de la placa incorporada en la cámara de pre compresión, por lo que la carrara total del cilindro B seria de 177 mm.

5.4.3 Carrera cilindro C

Para que el cilindro C cumpla la función definida en la sección anterior, este debe poseer una carrera de 350 mm, ya que en el primer movimiento debe ser capaz de avanzar 175 mm y en el segundo movimiento debe ser capaz de extenderse unos 175 mm mas para ubicar la pieza en posición de expulsión

5.4.4 Carrera Cilindro D

El cilindro D, debe ser capaz de expulsar la briqueta (105 mm), atreves de las dos aberturas de entrada del molde fijo (32 mm cada una) , por lo que su carrera se fijara en 170 mm

5.5 Selección de cilindros hidráulicos

La selección de los cilindros hidráulicos es vital para el correcto funcionamiento de la maquina briqueteadora, en espacial para los procesos de compresión y pre compresión, los factores más relevantes para la selección de estos son la presión de servicio, el diámetro del embolo y el diámetro del vástago para evitar que ocurra pandeo.

Para realizar el dimensionamiento de los cilindros, se utilizaran los valores de esfuerzo obtenidos en los ensayos de compactación de aserrín (Anexo A), donde se estableció que los esfuerzos necesarios para pre compactar y compactar el material eran de 14.7 y 111.1 Mpa. Para asegurar el cumplimiento de la norma DIN 51731, se aplico un factor de seguridad de

1.3 al esfuerzo que debe realizar el cilindro B, por lo que el esfuerzo de compresión queda fijado en 133.3 Mpa

Ya determinado el esfuerzo necesario para compactar el material (σ) , se procede a calcular la fuerza que debe ejercer el cilindro sobre el material. esta fuerza es determinada mediante la Ecuación 5-4, donde A representa a la sección transversal a la dirección de la fuerza. En el caso del cilindro de pre compresión (Cilindro A), el área está dada por el producto del largo de la briqueta con el ancho sin comprimir de esta (125 mm) , en el caso del cilindro de compresión, (Cilindro B), el área está dada por el producto entre el largo y el alto de la briqueta..

$$F = \sigma * A$$

Ecuación 5-4

Aplicando la ecuación 5-4, obtenemos los siguientes resultados:

Cilindro A $F = 14.7 * 0.16 * 0.125 = 294\text{kN}$

Cilindro B $F = 133 * 0.16 * 0.8 = 1707\ \text{kN}$

5.5.1 Selección diámetro del embolo

Para seleccionar el diámetro del embolo necesario para que el cilindro ejerza la fuerza requerida para la compactación, es necesario fijar una presión del sistema, para esto utilizaremos la ecuación 5-4, donde el valor de σ corresponderá a la presión del sistema, F corresponde a la fuerza de compresión determinada anteriormente y A corresponde a la sección transversal del cilindro. En la tabla 5.1 se mantiene la fuerza constante y se muestran distintos valores de el diámetro del émbolo necesario y para cada presión del sistema

	Diámetro embolo [mm]		Diámetro embolo [Pulgadas]	
Presión del sistema Bar	Cilindro A	Cilindro B	Cilindro A	Cilindro B
200	136.81	329.60	5.39	12.98
250	122.37	294.81	4.82	11.61
300	111.70	269.12	4.40	10.60
320	108.16	260.57	4.26	10.26
350	103.42	249.16	4.07	9.81

Tabla 5.1, Diámetros de embolo

Utilizando los valores de la Tabla 5.1, y utilizando una presión de trabajo de 250 bar, se han seleccionado los siguientes cilindros de la marca GLual, serie ISO 6020/2, con las siguientes designaciones:

Cilindro A : KD X - 125/80 x 487- AMF3-201-M-F-1-20

Cilindro B : KD X - 320/200 x 145- EMS2-201-M-F-1-20

Cilindro C : KD X - 50/32 x 350- EMS2-201-M-F-1-20

Cilindro D : KD X - 50/32 x 110- EMS2-201-M-F-1-20

EL significado de las designaciones y los detalles del catalogo del cilindro se encuentran en el ANEXO B. El cilindro A, posee un diámetro de 125 mm (122 mm calculados anteriormente) mientras que el cilindro B tiene un diámetro de 320 mm, mucho más de los 294 mm calculados anteriormente, asegurando que la maquina será capaz de ejercer el esfuerzo necesario para compactar el material. Cabe destacar que los cilindros poseen detectores de proximidad inductivos en ambos extremos (designación X). Los tipos de montaje para los cilindros B y C son con pies de fijación, mientras que para el cilindro A y D, se utiliza un montaje con brida frontal. Para los cilindros C y D, se escogió el diámetro

mínimo de pistón disponible en el catalogo (50mm), ya que los esfuerzos que deben realizar son muy pequeños en comparación con los de los cilindros Ay B.

5.5.2 Verificación de pandeo

Otro de los puntos importantes para seleccionar un cilindro hidráulico, es el diámetro del vástago, el cual para el caso de cilindros con carreras relativamente grandes, si no se escoge con precaución, puede generar problemas de pandeo.

Para el cálculo del pandeo son relevantes tanto el diámetro del vástago como el tipo de fijación del cilindro y el largo de este. Los distintos tipos de fijación se muestran en la figura 5-10 para los cilindros A y B, tendremos una fijación en ambos extremos, como el del caso 4. Para el cálculo de la carga máxima para que no ocurra pandeo, se utiliza le ecuación de Euler (ecuación 5-6), donde E es el modulo de elasticidad del acero ($2.1*10^5$ N/m^2) ,Sk es la longitud libre de pandeo y J es el momento de inercia de la sección transversal (ecuación 5-5) . Reemplazando la primera ecuación en la segunda y despejando ∅, se formula la ecuación 5-7, para calcular el valor mínimo del diámetro del embolo para evitar el pandeo al aplicar las fuerzas de compresión anteriormente determinadas, donde n es el factor de seguridad aplicado

$$J = \frac{\emptyset^2 * \pi}{64}$$

Ecuación 5-5

$$F = \frac{\pi^2 * E * J}{Sk^2}$$

Ecuación 5-6

$$\emptyset = \sqrt[4]{\frac{F * n * Sk^2}{\pi^2 * 0.0491 * E}}$$

Ecuación 5-7

Utilizando valores de Sk correspondientes al largo medio, 272.5 y 88.5 mm para los cilindros A y B respectivamente, con un factor de seguridad de 3.5, los valores mínimos del diámetro del vástago para ambos cilindros es de 35 y 29 mm. Con estos valores se puede concluir que los cilindros seleccionados poseen un diámetro de vástago adecuado para evitar el pandeo, por lo que no es necesario reforzarlos o realizar algún tratamiento especial.

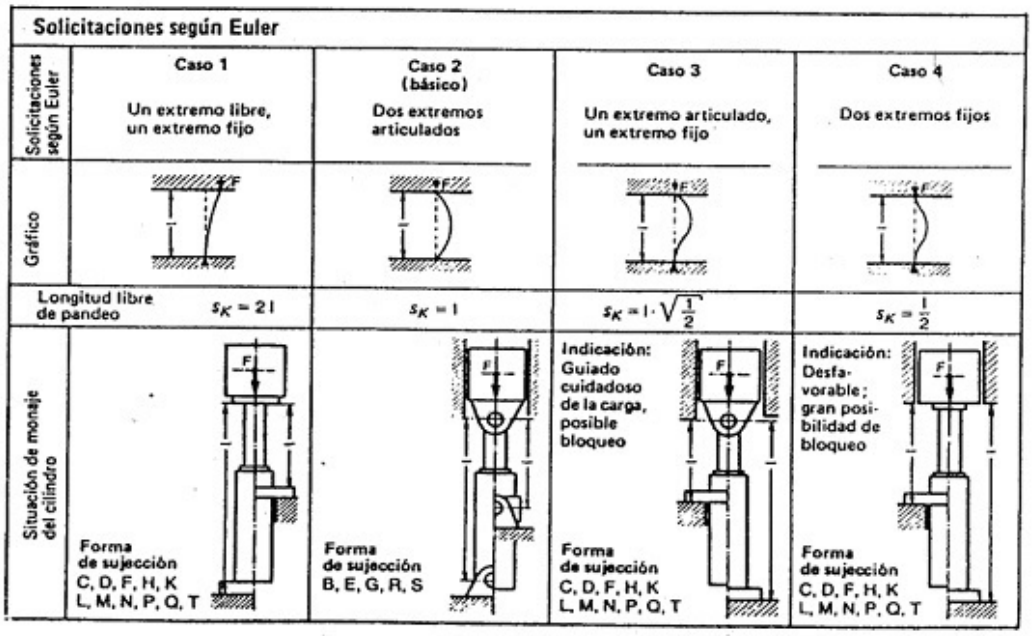


Figura 5-10, Pandeo en cilindros hidráulicos

5.6 Selección de válvulas limitadoras de presión.

Todas las válvulas a utilizar son del tipo placa base, con conexiones CETOP 5 , en la figura 5-11, se puede apreciar la distribución de las conexiones según norma.

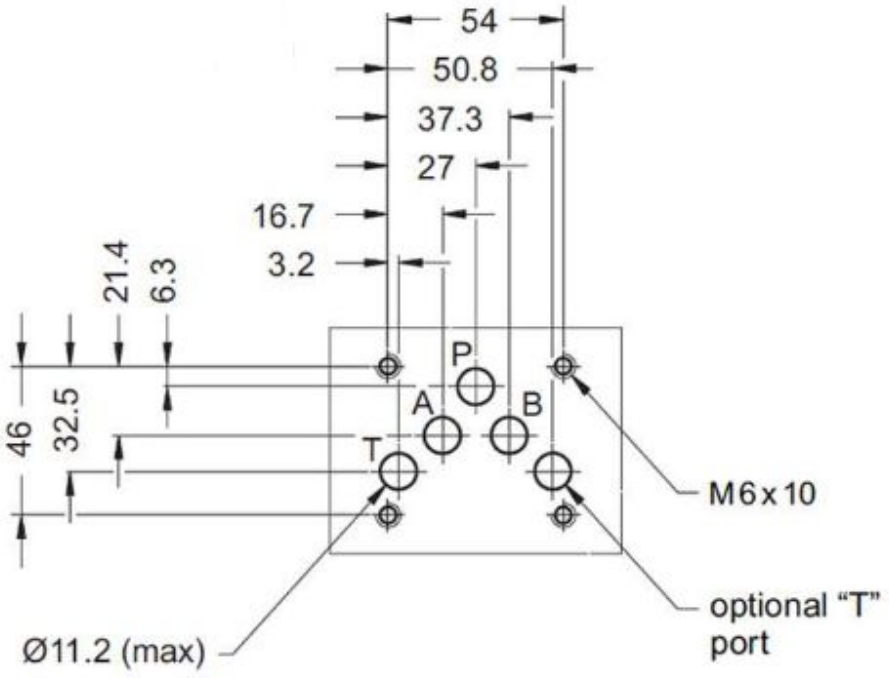


Figura 5-11, CETOP 5

Es necesario implementar dos válvulas limitadoras de presión, una para la bomba de baja presión y otra para la bomba de alta presión. La válvula de baja presión se debe ajustar a 50 bar, mientras que la válvula de alta presión debe estar ajustada a una presión de 250 bar. Las válvulas seleccionadas corresponden al catalogo de la marca EATON Vickers, "System Stack Valves ISO 4401-05 size", el cual contiene diversas válvulas diseñadas para soportar hasta 315 Bar y un flujo máximo de 120 lt/min. Los tipos de conexiones que requiere el sistema oleo hidráulico de la maquina son como las que se muestran en la figura 5-12, donde se puede apreciar que la válvula se conecta directamente desde la línea de presión, y descarga al tanque.

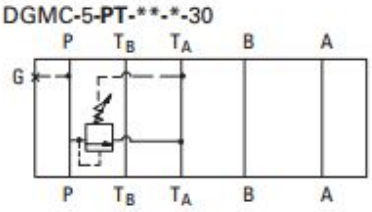


Figura 5-12, Vías válvula limitadora de presión

La caída de presión que produce la válvula se encuentran en la figura 5-12, donde para la válvula limitadora de la bomba de baja presión (línea verde), la caída de presión es de 2.5 bar, mientras que para la válvula limitadora de alta presión, que opera con un flujo de 10.5 lt/min, la caída de presión es casi nula (línea roja).

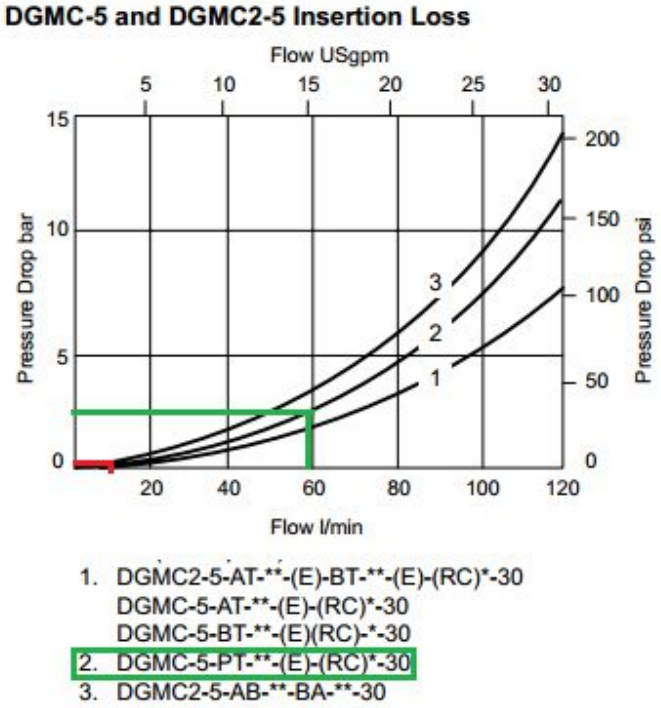


Figura 5-13, Perdidas de presión válvula limitadora de presión

El rango de presiones regulables por la válvula será de 4 a 50 bar en el caso de la válvula conectada a la línea de baja presión, y un rango de 4 a 315 bar en el caso de la válvula correspondiente a la línea de alta presión.

El código de modelo es:

- Reguladora bomba de baja presión

  DGMC-5-PT-AH-(E)-30

- Reguladora bomba de alta presión

  DGMC-5-PT-GH-(E)-30

Pare ver significado ir a ANEXO B

5.7 Válvula reguladora de caudal.

Con el objetivo de disminuir el caudal que ingresa a los cilindros de menor tamaño,(cilindros C y D) y así poder controlar de mejor manera la velocidad con la que se desplazan, se implementaran válvulas reguladoras de caudal tanto en la entrada como en la salida de los cilindros. Para esto ,se seleccionaran dichas válvulas del catalogo EATON Vickers, "System Stack Valves ISO 4401-05 size".

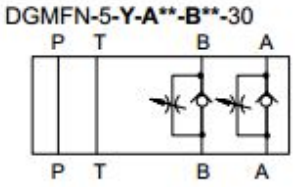


Figura 5-14, Vías válvula reguladora de caudal

El tipo de válvulas seleccionado, regula tanto el caudal de entrada al cilindro como el caudal de salida, mediante estrangulaciones independientes, las cuales se pueden regular mediante una manilla con ajuste normal. Este tipo de válvulas admiten un caudal de hasta 120 lt/min y una presión de hasta 315 bar. Las caídas de presión producidas por la estrangulación se presentan en la figura 5-15, donde se grafica la perdida de presión en función del caudal para distintas vueltas de la manilla desde que se encuentra completamente cerrada. considerando que la ambos cilindros solo funcionan con la bomba de baja presión, por lo que el sistema funciona a 50 bar y a un caudal máximo 58 lt/min, por lo que considerando las curvas de caída de presión, no se recomienda dar menos de 6 vueltas a la manilla para controlar el flujo.

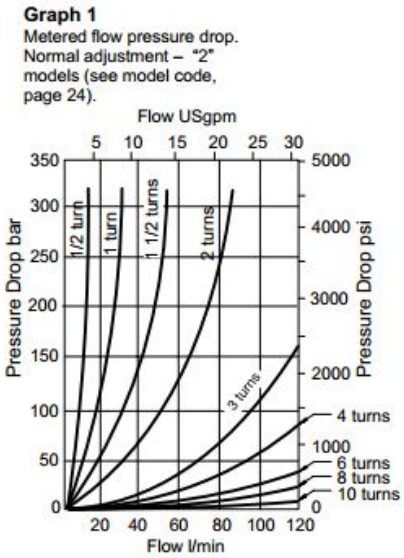
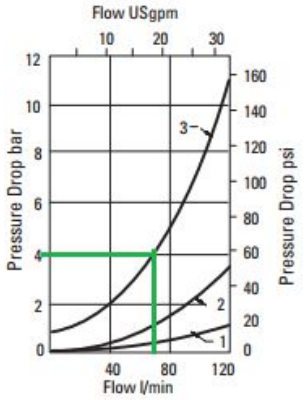


Figura 5-15, Perdidas de presión según numero de giros manilla

En la figura 5-16 se presenta el grafico correspondiente a la caída de presión producida por la válvula Check, considerando un flujo máximo conjunto de ambas bombas de 70 lt/min, las pérdidas de carga serian aproximadamente 4 bar.

Graph 3

Free flow pressure drop across check valve.



Graph 3

1 – "P" port of all models except DGMFN-5-X-P**-30
"B" and "T" ports of DGMFN-5-X-P**-30

2 – "T" port of all models except DGMFN-5-X-P**-30
"A" ports of DGMFN-5-X-P**-30

3 – Pressure drop across reverse free flow check valve

Figura 5-16, Perdidas de presión válvula reguladora de caudal

El código de modelo es:

DGMFN-5-Y-A1H-B1H-30

Pare ver significado del código de designación, ir al ANEXO B

5.8 Selección de válvulas direccionales.

Las válvulas direccionales que alimentaran a las cilindros hidráulicos deben ser capases de suministrar un caudal de 67.5 lt/min y soportar una presión máxima de 250 bar. Como se menciono en la descripción de los elementos a utilizar, las válvulas serán de tres posiciones y cuatro vías, con un centro del tipo cerrado. Todas las válvulas deben ser accionadas mediante solenoides y centradas por resorte.

Utilizando el catalogo de "Válvulas direccionales de control DG4V4-01" de la empresa EATON/Vickers, se seleccionaran las válvulas a utilizar, las cuales están diseñadas para trabajar a una presión máxima de 315 bar y a un caudal de hasta 115 lt/min.

Identificando la válvula requerida en las figura 5-17 y figura 5-18, se relacionas las curvas de caída de presión que se encuentran en la figura 5-19. Relacionando el caudal máximo que entrega el sistema, 67.5 lt/min, la caída de presión seria de aproximadamente 6 bar, lo cual es perfectamente aceptable, ya que se trabaja con 50 bar de presión, por lo que no influye mayormente en los procesos de compresión. Considerando que posteriormente al disminuir el caudal a 10 lt/min, se obtienen perdidas de presión menores a un bar, por lo que se consideran prácticamente despreciables para la compactación.

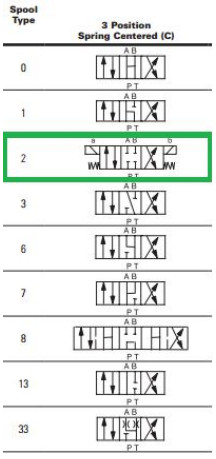


Figura 5-17,Tipo válvula

Pressure drops in offset positions except where otherwise indicated

Spool code	P to A	P to B	A to T	B to T	P to T
0	1	1	1	2	1
1	3	4	1	6	4
2	4	4	2	3	–
3	4	4	1	3	–
6	4	4	1	2	–
7	1	1	4	6	–
8	7	7	4	4	3
11	4	3	6	1	–
22	4	4	–	–	–
31	4	4	3	1	–
33	4	4	3	3	–

Figura 5-18, Numero de grafica

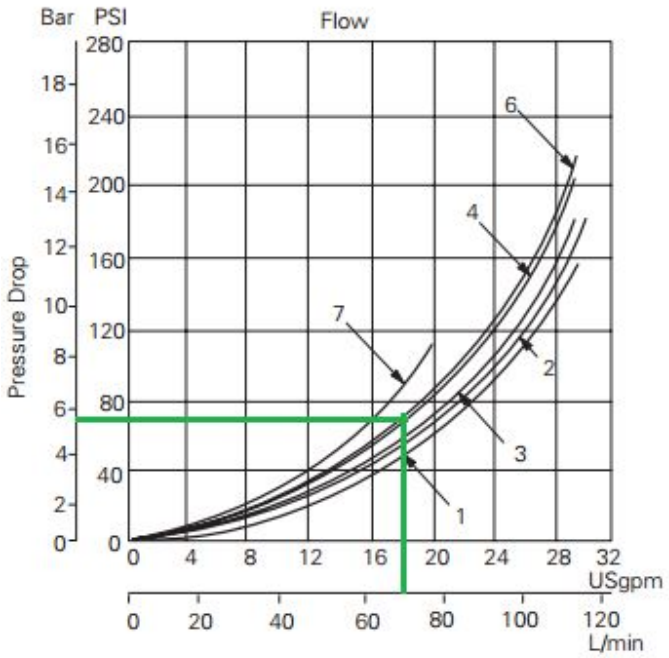


Figura 5-19, Perdidas de presión válvulas direccionales

El código de modelo es:

F-DG4V4-01-02-C-(V)M-(S3)-U-PA-G-(L)-C-CL-5-10

Pare ver mayores detalles ir a ANEXO B

5.9 Válvulas Check.

Este tipo de válvulas se utilizaran para prevenir que se devuelva el flujo desde las líneas de presión. Utilizando el catalogo mencionado anteriormente para seleccionar las válvulas limitadoras de presión y válvulas reguladoras de caudal, se ha seleccionado la siguiente válvula anti retorno (figura 5-20).

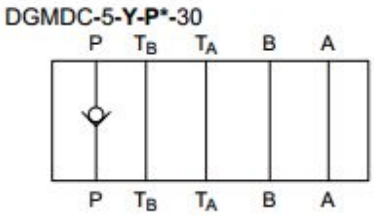


Figura 5-20, Vías válvula Check

La presión de abertura de la válvula seleccionada es de 1 bar (tipo PK), la pérdida de presión asociada a este elemento se obtiene mediante la figura 5-21, la cual indica una caída de presión cercana a los 5 bar para el caso de la bomba de baja presión, mientras que para un caudal de 10.5 lt/min, las pérdidas son de aproximadamente 2 bar. En el caso de que la

alimentación corresponda a ambas bombas, las perdidas asociadas serian cercanas a 7 bar.

Model Type	Curve Reference for Flow Path				Graph Number
	P	T	A	B	
DGMDC-5-Y-PK-30 DGMDC-5-Y-PM-30 DGMDC-5-Y-PN-30	K M N	T	A	B	1
DGMDC-5-X-TK-30 DGMDC-5-X-TM-30 DGMDC-5-X-TN-30	P	K M N	A	B	2
DGMDC-5-Y-AK-30 DGMDC-5-Y-AM-30 DGMDC-5-Y-AN-30	P	T	K M N	•1 •2	3
DGMDC-5-Y-BK-30 DGMDC-5-Y-BM-30 DGMDC-5-Y-BN-30	P	T	•1 •2	K M N	
DGMDC-5-Y-A*-B*-30	P	T	▲	▲	

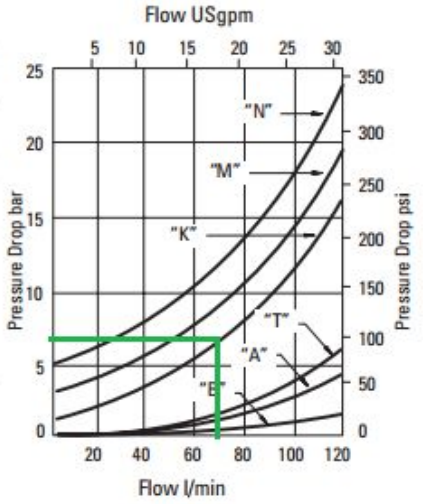


Figura 5-21, perdidas de presión válvula Check

El código de modelo es:

DGMDC-5-Y-PK-30

Las especificaciones técnicas se encuentran en el ANEXO B.

5.10 Aceite hidráulico

Los rangos de viscosidad cinemática, recomendados por los fabricantes de los principales componentes hidráulicos, se encuentran en la tabla 5.4

	Rango de viscosidad cinemática [Cst]	
Bomba	10	100
Cilindro	12	90
Válvulas	13	51

Tabla 5.2, Rango de viscosidades

Considerando estos valores, se selecciona un aceite hidráulico mineral anti desgaste de la marca ESSO Nuto H 46, el cual cumple con la norma DIN 51524. Este aceite está diseñado para condiciones de aplicación moderadas y severas, el cual al ser anti desgaste, protege la vida útil las bombas de engranajes. Las especificaciones técnicas se muestran en la figura 5-22.

Parámetro	Unidades	Valores			
GRADO de Viscosidad ISO		32	46	68	100
Viscosidad Cinemática @ 40 °C	(cSt)	30.1	40.5	69.4	93.8
Indice de Viscosidad		103	102	100	98
Punto de Fluidez o Escurrimiento	(°C)	-33	-21	-18	-18
Punto de Chispa o Inflamación	(°C)	220	230	254	260
Corrosión al Cobre, ASTM D 130		1 A	1 A	1 A	1 A
Contenido de Zinc, ASTM D 4951	(% peso)	0.043	0.044	0.043	0.042
Espuma, ASTM D 892					
Sequencia 1 Tendencia	(ml)	0	0	0	0
Estabilidad	(ml)	0	0	0	0

Figura 5-22

5.11 Filtro

Al igual que al seleccionar el tipo de aceite a utilizar, para seleccionar correctamente el filtro, se utilizaran las especificaciones de los fabricantes de los principales elementos que componen el sistema. Para un optimo funcionamiento del cilindro, el fabricante recomienda un filtro que cumpla con la norma NAS 1638 clase 9 o 10, con un ratio de filtrado $\beta_{25} = 75.$, lo cual significa (tabla 5.5) que el filtro debe filtrar por lo menos el 98.7% de las partículas de 25 micrómetros de tamaño.

Beta Ratios/Efficiencies	
Beta Ratio (at a given particle size)	Capture Efficiency (at same particle size)
1.01	1.0%
1.1	9.0%
1.5	33.3%
2.0	50.0%
5.0	80.0%
10.0	90.0%
20.0	95.0%
75.0	98.7%
100	99.0%
200	99.5%
1000	99.9%

Tabla 5.3, Ratios

En el caso de la bomba, el fabricante pide un filtrado acorde a la norma NAS clase 8 con un rango de filtrado de entre 6 y 12 micrómetros, con un ratio de filtración de 75. Para las válvulas direccionales, se pide un grado de filtración acorde a la norma ISO 4406 20/18/15, lo cual es equivalente (tabla 5.6) a la norma NAS 1638 clase 9.

Cleanliness Level Correlation Table					
	Particles/Millilitre			NAS 1638 (1964)	Disavowed SAE Level (1963)
ISO Code	≥2 Micrometers	≥5 Micrometers	≥15 Micrometers		
23/21/18	80,000	20,000	2,500	12	
22/20/18	40,000	10,000	2,500		
22/20/17	40,000	10,000	1,300	11	
22/20/16	40,000	10,000	640		
21/19/16	20,000	5,000	640	10	
20/18/15	10,000	2,500	320	9	6
19/17/14	5,000	1,300	160	8	5
18/16/13	2,500	640	80	7	4
17/15/12	1,300	320	40	6	3
16/14/12	640	160	40		
16/14/11	640	160	20	5	2
15/13/10	320	80	10	4	1
14/12/9	160	40	5	3	0
13/11/8	80	20	2.5	2	
12/10/8	40	10	2.5		
12/10/7	40	10	1.3	1	
12/10/6	40	10	.64		

Tabla 5.4, Equivalencias ISO/NAS

Tomando en consideración los datos anteriores, se selecciona un filtro de retorno que cumple con la norma NAS 1638 Clase 8 o ISO 19/17/14, con una capacidad de flujo de por lo menos 70 lt/min. El filtro seleccionado es de la marca EATON Vickers Serie OFR, del catalogo "EATON Vickers Filtration máster catalog". Este filtro posee una capacidad de 115 l/min y posee un grado de filtración correspondiente con la norma ISO 19/17/14, el cual cuenta con un ratio de filtrado de $\beta_x = 1000$. La caída de presión debido al paso del fluido atreves del elemento se muestra en la figura 5-23, donde la curva "05" representa al elemento con capacidad de filtrado según la norma ISO 19/17/14, por lo que la caída de presión es de 0.3 bar.

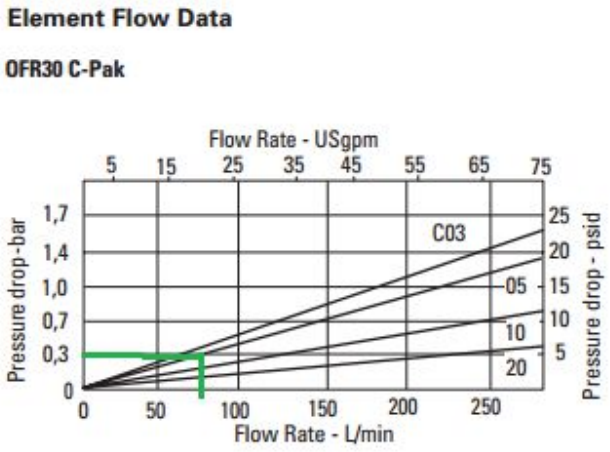


Figura 5-23, perdidas de presión filtro

El código de modelo es:

OFR-30-5-B-C-05-E-30

V602-1-B-2-C-05

Pare ver el detalle del código ir a ANEXO B

5.12 Diámetro de tubería

Para presiones por sobre los 200 bar, los valores típicos de velocidad que alcanza el fluido hidráulico son de hasta 6 m/s. Considerando que en el caso más drástico, el caudal que debe aportar la bomba es de 70 lt/min, se utilizara la ecuación 5-8, la cual relaciona el caudal (Q) con el producto entre el área transversal (A) y la velocidad del fluido (v), para aproximar el área que debe tener la tubería. Realizando los cálculos correspondientes, la sección transversal de paso de la tubería debe ser aproximadamente de 1.94 cm^2, lo que representa un diámetro interno de 15.6 mm.

$$Q = v * A$$

Ecuación 5-8

Recurriendo al catalogo de de la marca italiana IMM Hypress, se selecciona una manguera hidráulica de la serie D02N (figura 5-24), diseñada para medianas y altas presiones, las mangueras utilizan como material base la goma sintética NBR anti abrasiva y resistente, por lo que se selecciona una manguera con un diámetro interior de 5/8" (aproximadamente 16 mm), con 6mm de espesor de pared y que resiste una presión de 250 bar.

part number	ID		size	OD	Max WP		Min BP		Min BR		Weight (approx)	
	in	mm		mm	bar	psi	bar	psi	mm	inch	Kg/m	lb/ft
TFD0021-03	3/16"	4,8	03	13,5	415	6018	1650	23925	90	3,543	0,289	0,194
TFD0021-04	1/4"	6,4	04	15,0	400	5800	1600	23200	100	3,937	0,376	0,253
TFD0021-05	5/16"	8,0	05	16,6	350	5075	1400	20300	115	4,528	0,412	0,277
TFD0021-06	3/8"	9,5	06	19,0	330	4785	1320	19140	130	5,118	0,519	0,349
TFD0021-08	1/2"	12,7	08	22,2	275	3988	1100	15950	180	7,087	0,630	0,423
TFD0021-10	5/8"	16,0	10	25,4	250	3625	1000	14500	200	7,874	0,780	0,524
TFD0021-12	3/4"	19,0	12	29,3	215	3118	850	12325	240	9,449	0,959	0,644

Figura 5-24, Diámetro mangueras

5.13 Manómetro.

Para monitorear la presión del sistema se utilizara un manómetro, el cual estará conectado a la línea de presión donde se unifica el flujo de ambas bombas. Para este fin e ha seleccionado un manómetro de la marca WINTERS, serie E1411-R1, el cual posee una precisión de ±1%, un dial de 53 mm y un grado de protección IP 52 , el cual lo protege contra la acción de sólidos y goteos de agua. El manómetro posee un rango de medición de 0 a 270 bar.

Figura 5-25, Manómetro WINTERS

5.14 Estanque hidráulico

Para dimensionar el volumen del estanque hidráulico, se toma como referencia el volumen que debe copar el fluido para llenar todos los cilindros. El cilindro A posee un volumen cercano a los 6.7 lt, el cilindro B, tiene un volumen de 14 lt, y los cilindros C y D aportan con 1.2 y 0.3 lt respectivamente, por lo que el volumen total de los 4 cilindros seria de aproximadamente 22 lt. Como criterio de diseño para el estanque se utilizara el triple del volumen de fluido hidráulico utilizado por los cilindros, por lo que se seleccionara un estanque de aproximadamente 65 lt. El tanque debe estar provisto de los elementos necesarios para un bien funcionamiento del sistema hidráulico, como un termómetro para monitorear la temperatura del estanque y un soporte adecuado para montar el motor eléctrico y las bombas de engranajes, entre otros elementos.

5.15 Perdidas de presión

Las caídas de presión que se producen dentro de los distintos elementos del sistema hidráulico se encuentran en la tabla 5.7

Perdidas de presión			
Elemento	Flujo	Valor	Unidad
válvulas limitadoras de presión.	60	2.5	Bar
	10	0	Bar
válvula reguladora de caudal	70	4	Bar
válvulas direccionales	70	5.8	Bar
	10	0	Bar
válvula Check	60	7	Bar
	10	2	Bar
Filtro	70	0.3	Bar

Tabla 5.5, Perdidas de presión

Estas pérdidas son individuales por componente, por lo que se deben sumar los elementos que pertenezcan a la misma línea de presión para obtener la caída total de esta, en el inicio del proceso, solo actúa el cilindro de pre compresión, por lo que el flujo pasaría por las válvulas limitadoras de presión ,las válvulas Check, la válvula direccional y el filtro, ocasionando pérdidas de presión de 15.3 bar. El momento más crítico se produce , cuando el cilindro C avanza hacia la segunda posición, mientras los cilindros A y B retroceden, el flujo pasa atreves de ambas válvulas limitadoras de presión, la válvula Check, el filtro ,tres válvulas direccionales y la válvula reguladora de caudal´, por lo que las pérdidas de presión ascienden a 31 bar.

5.16 Diagrama espacio tiempo

Para poder calcular las velocidades de desplazamiento de los actuadores, es imprescindible conocer aproximadamente en que parte de la carrera del cilindro A, el esfuerzo de compactación sobrepasa los 35 bar de presión que otorga el sistema, considerando las perdidas. Por ensayos anteriormente realizados sobre el material, se conoce la densidad

obtenida al aplicar 35 bar de presión sobre el material, la cual es de 572 kg/m^3, por lo que, relacionando este dato con las dimensiones de la briqueta pre comprimida, la presión del sistema sobrepasa la presión anteriormente indicada a los 507 mm de carrera, 37 mm antes de completar la carrera total.

De manera similar, al aplicar 35 bar sobre el cilindro B, este ejerce una fuerza de 281 kN sobre el material, lo que se traduce en un esfuerzo de 31.41 Mpa. Utilizando la ecuación 5-9, obtenida del grafico correspondiente a los ensayos de compactación previamente realizados (ANEXO A), donde σ corresponde al esfuerzo en Mpa y ρ a la densidad en kg/m^3. Con esto se obtiene que la densidad es de 904 kg/m^3, por lo que relacionando este dato con las dimensiones y peso de la briqueta, obtenemos que el cilindro B sobrepasa la presión al recorrer 166 mm, 11 mm antes de completar la carrera.

$$\sigma = 0.039 * e^{0.007\rho}$$

Ecuación 5-9

Considerando que se suman los caudales de ambas bombas cuando el sistema trabaja a 50 bar y solo la bomba de alta cuando se trabaja a 250 bar, se confecciona el diagrama de espacio tiempo que se muestra en la figura 5-26. A este diagrama se le deben realizar las modificaciones pertinentes una vez reguladas las velocidades de los cilindros C y D, para así evitar velocidades excesivas que puedan dañar las piezas o componentes. Las pérdidas de presión a lo largo del ciclo de Briqueteado se muestran en la figura 5-27

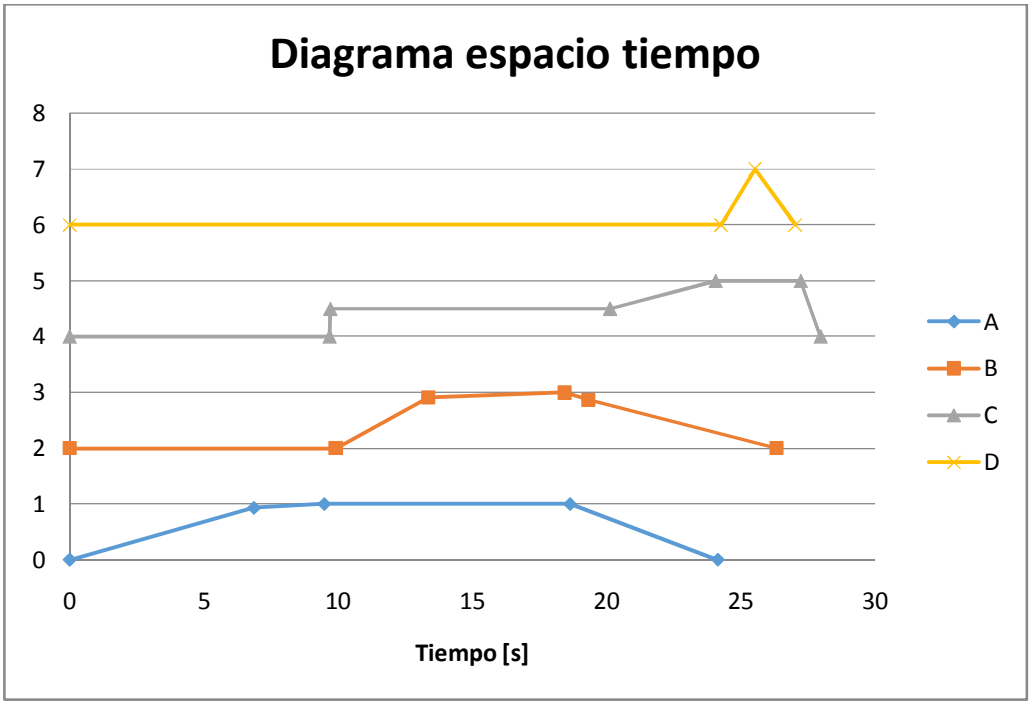


Figura 5-26,Diagrama espacio tiempo

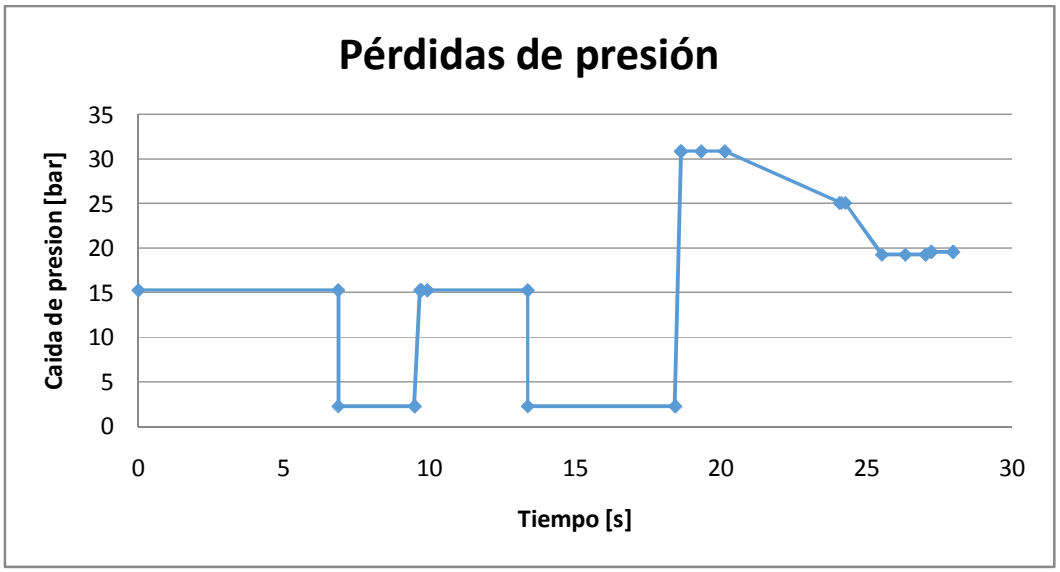


Figura 5-27, Perdidas de presión

5.17 Selección de bomba y potencia de accionamiento.

5.17.1 Tipos de bombas Oleo hidráulicas

Existen múltiples opciones a las que se puede optar para alimentar un sistema oleo hidráulico, tales como bombas de engranajes, paletas, tornillo, pistón, entre otras. Para seleccionar el tipo de bomba se utilizó la figura 5-28, donde 1 significa muy bien (muy grande) ,2 representa bien (grande), 3 mediano y 4 bajo. Por otro lado, el tipo de bomba necesariamente debe adecuarse a los parámetros de presión y caudal requeridos por el sistema, los cuales son 60 lt/min de caudal y 50 Bar para la bomba de baja presión, y 10 lt/min hasta 250 bar para la bomba de alta presión.

Criterio	Tipo									
	AZP	IZP	ZRP	SSP	FZPE	FZPD	RKPI	RKPA	AKPSA	AKPSS
Rango útil de rotaciones	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2
Rango útil de presión	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1
Rango de viscosidad	1	2	3	1	3	3	1	1	1	1
Nivel máx. de ruido	4	1	2	1	2	2	3	3	3	3
Vida útil	3	2	2	1	1	1	2	2	2	2
Precio	1	2	2	3	2	2	3	3	3	3

Bomba de engranajes a dentado exterior = AZP
Bomba de engranajes a dentado interior = IZP
Bomba a rueda planetaria = ZRP
Bomba de husillos helicoidales = SSP
Bomba de paletas, una carrera = FZPE
Bomba de paletas, dos carreras = FZPD
Bomba de pistones radiales con apoyo interno = RKPI
Bomba de pistones radiales con apoyo externo = RKPA
Bomba de pistones axiales con eje inclinado = AKPSA
Bomba de pistones axiales con placa inclinada = AKPSS

Cuadro 1: Calificaciones de bombas hidráulicas

Figura 5-28,Tabla comparativa bombas oleo hidráulicas

Las bombas de engranajes, presenta las mejores prestaciones para este tipo de maquinaria, debido a su bajo costo y considerando que el nivel de ruido que producen no es relevante

para el funcionamiento de la maquina, ya que está destinada para trabajar en un ambiente industrial.

5.17.2 Selección de bombas

Para cubrir los requerimientos del sistema, se han seleccionado las siguientes bombas del catalogo de bombas de engranajes ALP, de la marca Italiana Marzocchi. Para la bomba de alta presión, se selecciona una bomba del tipo ALP2-D10, con una cilindrada de 7 cm^3/rev, la cual a una velocidad de giro de 1500 rpm, es capaz de suministrar un caudal de 10 lt/min. A continuación se muestran las curvas características de la bomba.

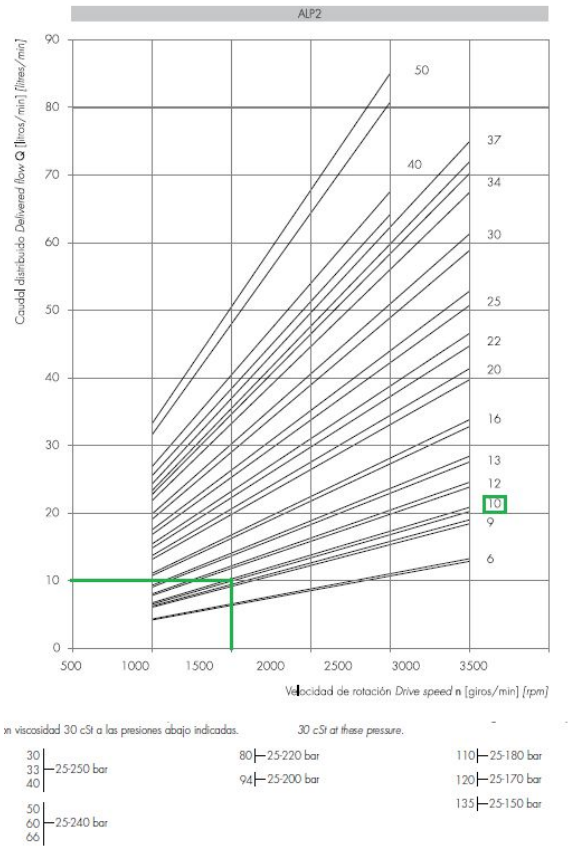


Figura 5-29, Curvas bombas ALP2

En la figura 5-30, se puede ver la potencia y el torque requeridos por la bomba para funcionar a determinadas presiones. Como se puede apreciar en las líneas de color verde se señala la potencia que requiere la bomba a cada presión, al trabajar a 250 bar, la bomba consume cerca de 4.75 kw (6.37 HP), mientras que cuando opera a 50 bar, solo consume 1 kw (1.34 HP) de potencia. Las líneas de color rojo representan el torque que debe ejercer el motor sobre la bomba, el cual es de 30Nm para el caso de 250 bar y 12 Nm aproximadamente para el caso en que la bomba funciona a 50bar.

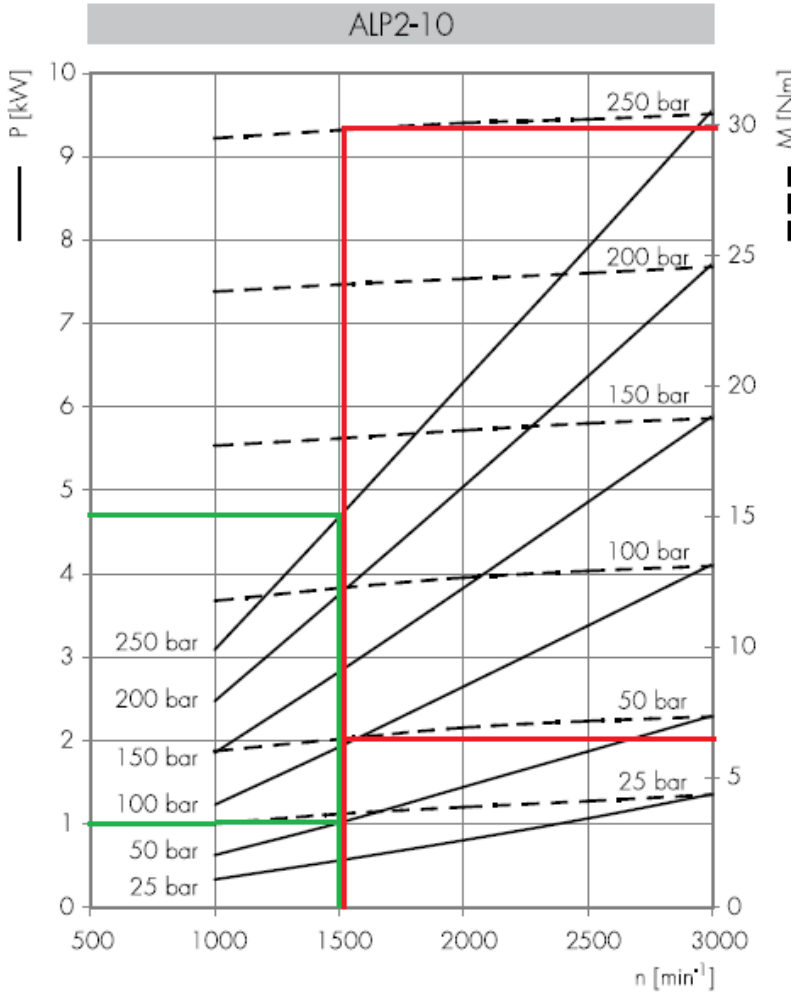


Figura 5-30 Potencia bomba alta presión

La bomba de baja presión, seleccionada desde el mismo catalogo, es la ALP3-D60, la cual posee una cilindrada de 39 cm^3/rev, en la figura 5-31 se puede apreciar la curva característica de la bomba, la cual debe funcionar a 50 bar, la bomba es capaz de suministrar al sistema 58.5 lt/min a 1500 rpm

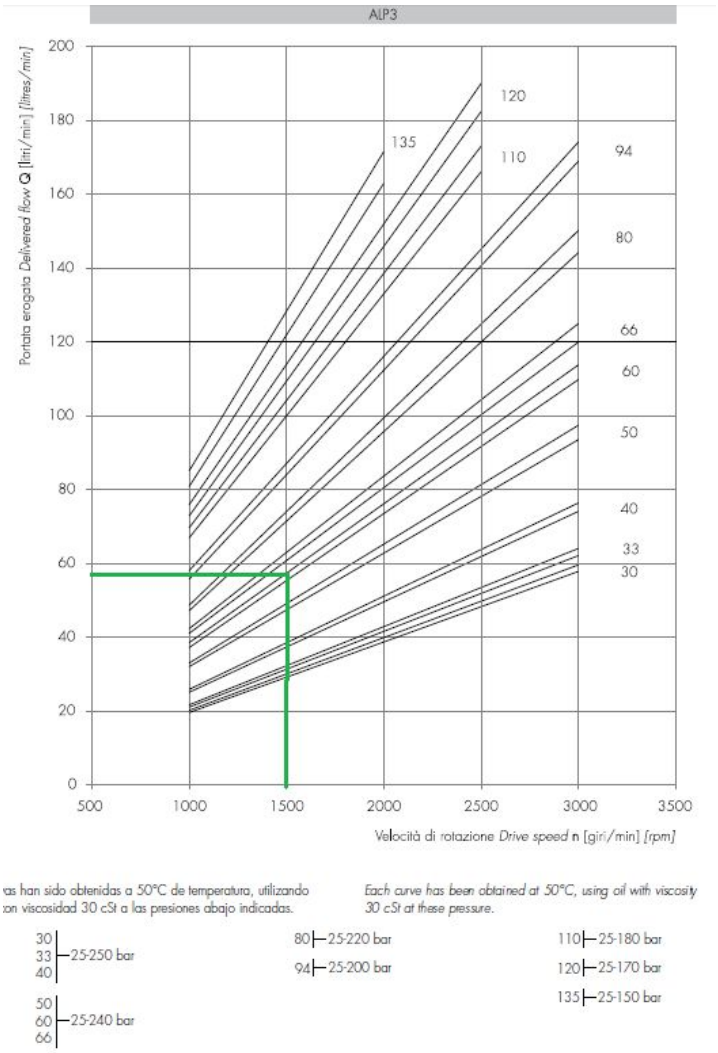


Figura 5-31, Curvas bomba ALP3

De manera análoga a la bomba de alta presión, mediante la figura 5-32, se puede determinar la potencia y torque, en este caso, la bomba a 50 bar consume una potencia de aproximadamente 5 kW (6.71 HP), mientras que el torque ejercido es cercano a los 32 Nm.

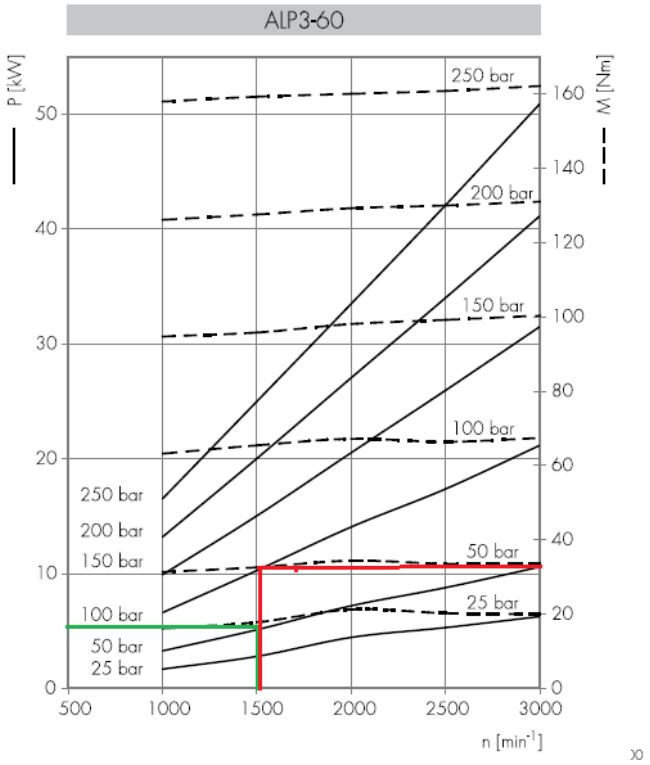


Figura 5-32, Potencia bomba baja presión

Para alimentar estas las bombas de alta y baja presión de manera simultánea, a 50 bar, se requieren 6 kw de potencia y un torque de 44 Nm, mientras que para alimentar la bomba de alta presión a 250 bar, se requieren 4.75 kw de potencia y un torque de 30 Nm.

5.17.3 Selección de motor

El motor seleccionado es un motor marca SIEMENS modelo 1LE 002-1CB2, como el que se muestra en la figura 5-33. Este motor tiene una potencia nominal de 7.5 kW (10 Hp) a una frecuencia de 50 Hz, al poseer cuatro polos, gira a una velocidad de 1500 rpm, por lo que no sería necesario utilizar un reductor de velocidad. El torque capaz de ejercer es de 49 Nm y posee un grado de protección IP 55, por lo que se encuentra protegido contra el polvo y chorros de agua.

Motores de baja tensión
Tipos y materiales

1LE1/1LA7*
Motores estándares en aleación ligera de aluminio

Tamaños constructivos	56 M a 160 L
Potencias (4 polos)	0,06 a 15 kW
Clase F	Utilización en clase B
Clase de eficiencia	EFF2
Apropiado para funciona-miento con convertidor	Tiempos de rampa $t_s > 0{,}1$ µs con U ≤ 500 V

Ejecuciones más habituales (con y sin sondas PTC) en almacén.
Consúltese la gama *general line* en la lista de precios en vigor.

Variantes en estos tamaños (consultar catálogo general):
- Serie 1LE1/1LA9 de aluminio con clase de eficiencia EFF1
- Serie 1LE1/1LA9 de aluminio con potencia aumentada (carcasa reducida) con clases de eficiencia EFF1 y EFF2
- Serie 1LA6 de fundición con clase de eficiencia EFF2
- Serie 1LA7 de aluminio para alimentación con variador a 690V
- Series 1LA7/1LA9 con clase de eficiencia EFF2/EFF1 para zonas con peligro de explosión (zonas 2, 21 y 22)

Figura 5-33, Motor eléctrico

5.17.4 Transmisión de potencia

La transmisión de potencia entre el eje y las bombas , según el fabricante de estas, se debe realizar mediante un machón de acoplamiento flexible o elástico, el cual pueda absorber los desalineamientos . El eje que conecta ambas bombas es suministrado por el fabricante, por lo que solo en necesario seleccionar el acoplamiento entre la bomba de baja presión y el motor eléctrico.

Uno de los parámetros más importantes a la hora de elegir un acoplamiento elástico, es el par nominal a transmitir (C), el cual es función de la potencia y las revoluciones de operación, como se muestra en la ecuación 5-10, donde P representa la potencia en kw , N representa el numero de revoluciones por minuto y C el par nominal en Nm.

$$C = \frac{9735 * P}{N}$$

Ecuación 5-10

La potencia corresponde a la potencia máxima de la maquina impulsora, para esta caso especifico 7.5 kw, mientras que el numero de revoluciones es de 1500 por minuto, por lo que el par nominal seria de 48.67 Nm

Otro de los factores fundamentales para elegir correctamente un acoplamiento, es el coeficiente de seguridad (k), el cual es el producto de los siguientes tres factores, k1,k2 y k3. Para determinar estos factores se utilizara como referencia el catalogo de acoplamientos elásticos de la empresa PAULSTRA. El par nominal de acoplamiento viene dado por la multiplicación del par nominal de transmisión por el factor de seguridad.

El factor k1 está relacionado a las irregularidades producidas por los diferentes tipos de maquinas motrices y receptoras, en la figura 5-34, extraída del catalogo anteriormente mencionado, se puede apreciar que para un motor eléctrico conectado a una bomba de engranajes(2), el valor de k1 es de 1.2.

Máquina motriz			Máquina receptora	Ejemplos de máquinas receptoras
Motor electr. y turbina	Máq. de piston 4 a 6 cilind.	Máq. de piston 1 a 3 cilind.		
1	1,2	1,4	1 Marcha regular Inercia muy pequeña	•Eje de reenvío •Generador de alumbrado •Línea de ejes •Bombas centrífugas •Ventilador centrífugo ...
1,2	1,4	1,7	2 Marcha irregular Inercia pequeña	•Agitador de líquidos •Cinta transportadora •Ascensor •Máquinas herramientas rotativas para madera y metales •Máquinas textiles ligeras •Plegadoras •Bombas de engranajes •Bombas de paletas •Ventiladores ...
1,4	1,7	2	3 Marcha irregular Inercia media	•Agitador de líquidos cargados •Compresor rotativo •Transportadora de rodillos •Desmenuzadoras •Hornos rotativos •Máquinas para maderas (desbastadora, sierra de cinta ...) •Máquinas para imprimir •Mezclador •Montacargas •Punzonadora •Bomba centrífuga para líquidos cargados ...
1,7	2	2,4	4 Marcha irregular Inercia media De golpes medios	•Hormigonera •Molino de percusión •Molino de bolas •Compresor de pistón con volante de inercia •Transportador de cadena •Grúa •Laminador de metales ligeros •Máquinas de molino harinero •Martillo pilón •Telar •Bomba de pistón con volante de inercia •Cepilladora de metales •Tornos elevadores •Ventiladores de mina ...
2	2,4	2,8	5 Marcha irregular Inercia importante De golpes importantes	•Molino de martillos •Calandra (de caucho, textil ...) •Compresor de pistón con pequeño volante de inercia •Desfibradora de madera •Excavadora •Laminador •Bomba de pistón con pequeño volante de inercia •Prensa forjadora •Prensa para fabricación de papel •Tamiz vibrante ...
2,4	2,8	3,3	6 Marcha irregular Inercia muy importante De golpes muy importantes	•Compresor de pistón sin volante de inercia •Triturador •Generador de soldadura •Laminador pesado •Prensa de mampostería •Bomba de pistón sin volante de inercia ...

Figura 5-34, Factor k1

El factor k2 hace alusión al número de arranques por unidad de tiempo que posee la maquina, los valores depende del factor k1 obtenido anteriormente, y se encuentran tabulados en la figura 5-35. Como el sistema hidráulico está diseñado para arrancar y mantenerse en funcionamiento a pesar de la entrada y salida de material, se seleccionara un solo arranque por hora, por lo que el factor k2 sería de 1.

Según máquina motriz - máquina receptora	NUMERO DE ARRANQUES POR HORA				
Ver cuadro K_1	1	10	30	60	120
❶	1	1,2	1,3	1,5	1,6
❷ ❸	1	1,1	1,2	1,3	1,4
❹ ❺ ❻	1	1,05	1,1	1,2	1,2

Figura 5-35, Factor k2

El último factor, k3, está relacionado con las horas de funcionamiento diario al que está sometido el acoplamiento. debido a que en este caso particular, no se ha profundizado en la estimación de la temperatura que adquiere el fluido en función del tiempo, por lo que no se puede estimar la duración máxima que la maquina puede estar en funcionamiento continuo, por lo que se asumirá el valor más elevado para k3, ósea 1.2.

Número de horas de funcionamiento diario	0 - 2	2 - 8	8 - 16	16 - 24
Coeficiente K_3	0,9	1	1,1	1,2

Figura 5-36, Factor k3

Considerando los valores obtenidos para k1, k2 y k3, el valor de k es de 1.44, al multiplicar este factor por el par nominal, nos da un par nominal de acoplamiento de 70 Nm.

El diámetro de eje del motor eléctrico es de 38 mm y 80 mm de largo, mientras que el de la bomba es de 19 mm con 33 mm de largo. Para esto se selecciona un machón tipo dentado de

la marca GUARDIAN, el cual aguanta un torque nominal de 89 Nm, y acepta un diámetro máximo de 42 mm. Este tipo de machos es muy común para bombas oleo hidráulicas y facilita el montaje y desmontaje de estas.

Figura 5-37, Machón de acoplamiento

5.18 Sistema de alimentación

5.18.1 Tipos de alimentadores

En el mercado actual existen diversos tipos de alimentadores, los cuales se suelen posicionar bajo silos o tolvas. El mecanismo a utilizar dependerá mucho de las propiedades del material a descargar y los requerimientos del proceso. Entre los sistemas más utilizados se encuentran los siguientes:

Alimentador de correa:

Este tipo de alimentadores se componen básicamente de una correa o cinta trasportadora compuesta por una polea de cabeza, encargada de ejercer la tracción en la cinta, esta polea va conectada a un moto reductor. Por otro lado se encuentra la polea tensora o polea de cola,

rodillos de carga y de retorno, los cuales se encargan de sostener el peso de la carga. En la figura 5-38 se representa un esquema del funcionamiento de estos.

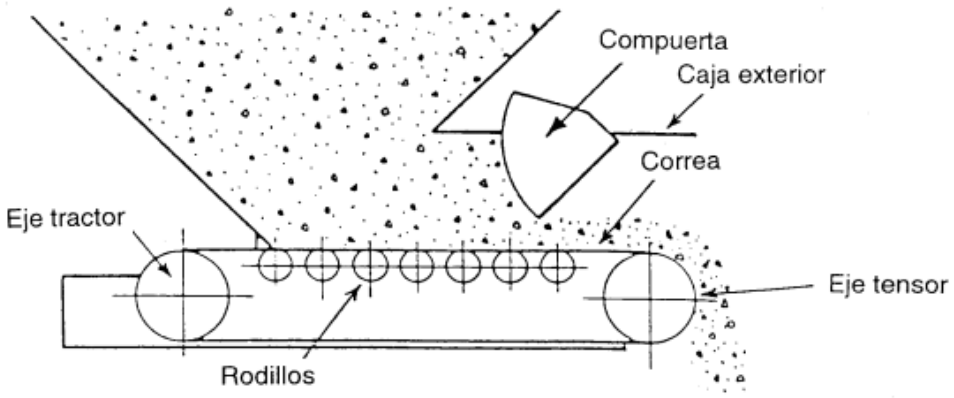


Figura 5-38, Alimentador de correa

Alimentadores Vibratorios.

Consiste en una mesa o plancha montada sobre resortes, para producir la vibración generalmente se utiliza un eje cardan, el alimentador se acciona de manera tal que ocasiona que el material se desplace de arriba hacia abajo sobre la superficie de la mesa. El sistema se encuentra representado en la figura 5-39

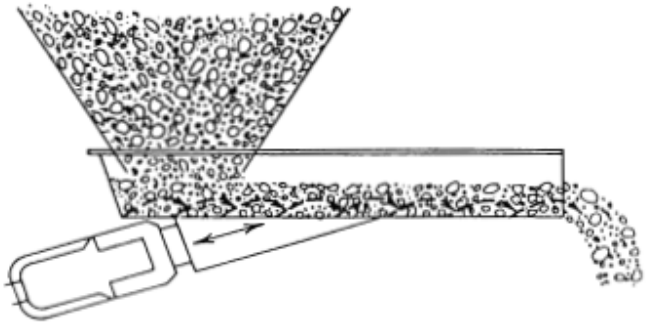


Figura 5-39, Alimentador vibratorio

Alimentador de válvula rotativa

Llamadas comúnmente alimentadores de paletas rotativas, generalmente se presentan en dos configuraciones, abiertas o cerradas, las primearas son utilizadas para materiales granulados y la segunda es utilizada para materiales que pueden causar problemas con la emanación de material particulado. El funcionamiento se representa en la figura 5-40.

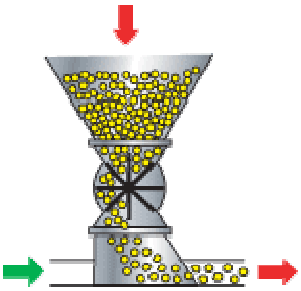


Figura 5-40, Alimentador de paletas rotativas

Alimentador de tornillo

Consisten básicamente en un tornillo sin fin montado sobre un eje central, el cual puede presentarse en distintos diseños, variando su paso, filete o el diámetro del eje, según sean los

requerimientos del material y la tolva. El diseño más simple, es el tornillo sin fin es de paso constante y diámetro de eje constante se suele llamar transportador de tornillo. El esquema representativo se muestra en la figura 5-41

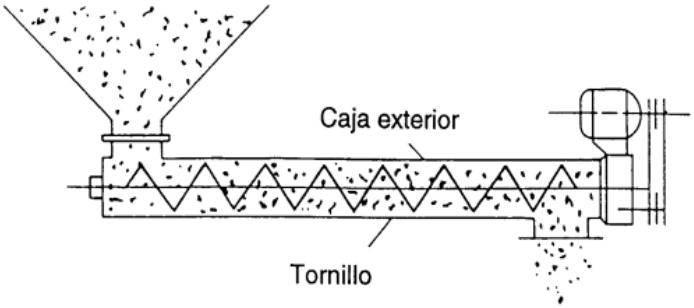


Figura 5-41, Alimentador de tornillo

5.18.2 Diferencias comparativas

Para comparar los distintos tipos de alimentador se utilizara la tabla 5.6, extraída del documento "How to Desigm Efficient and Reliable Feeders for Bulk Solids" elaborada por John W. Carson para la empresa Jenike &Johanson.

Variable	Tipo de alimentador			
	Tornillo	Correa	Válvula rotativa	Vibrador
Tamaño máximo de partícula	1/3 del paso del tornillo	6 pulgadas	1/2 pulgada	12 pulgadas
Materiales fácilmente degradables	Mala	Buena	Mala	buena
Materiales secos/polvoriento	Buena	muy mala	muy buena	Mala
Material sensible o delicado	muy mala	Buena	muy mala	Mala

Control de polvo	Buena	Mala	Buena	buena(si es cerrado)
Facilidad de limpieza	Mala	Buena	muy mala	Buena
Velocidad	2-4 RPM	5-100 ft/min	2-40 RPM	0-80 ft/min
Máxima capacidad(Ton/h)	750	3000	500	500
Tipo de abertura de carga	Cuadrada rectangular o circular	Cuadrada rectangular o circular	Redonda o cuadrada	Redonda o cuadrada

Tabla 5.6, Cuadro comparativo alimentadores

Considerando que el sistema más utilizado para la alimentación de máquinas briqueteadoras es mediante un tornillo sin fin , ya que considerando las características del aserrín, el cual es un material fino el cual puede desprender polvo, también es poco abrasivo, y con una baja densidad aparente, por lo que los requerimientos de flujo necesarios para el proceso de briqueteado ajustan fácilmente con los límites a los cuales puede operar un alimentador de tornillo, por lo que se optara por este dispositivo para la alimentación.

5.18.3 Alimentadores de tornillo

Existen distintas configuraciones para los tornillos sinfín, estas dependerán del tipo de tolva y la naturaleza del proceso. La gran diferencia entre transportadores y alimentadores de tornillo es la sección activa de descarga de material, ya que en el caso del trasportador al tener un paso y diámetro constantes, este solo recibe material en el primer paso del tornillo, la cual puede coincidir con solo una pequeña porción de la abertura de descarga de la tolva, mientras que en el caso de los alimentadores, estos se diseñan para que la descarga sea lo más uniforme posible a lo largo de la abertura de la tolva, como se puede ver en la figura 5-42. En esta sección se dará una breve explicación de los tonillos más utilizados.

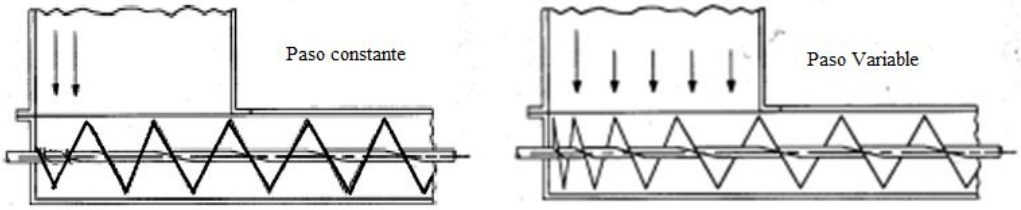


Figura 5-42, Diferencia paso tornillos

Tornillo con filete variable.

Este tipo de tornillo se caracteriza por tener un tornillo con forma trapezoidal (figura 5-43), aunque logra descargar el material de manera uniforme desde la tolva, no es recomendable para todo tipo de materiales por que tiende a formar arcos cohesivos, también presenta una geometría más complicada de mecanizar que el tornillo convencional.

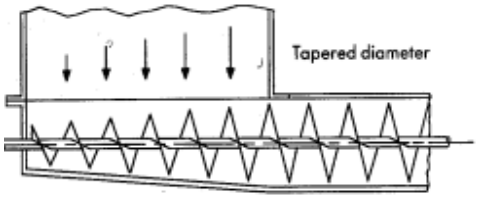


Figura 5-43, Tornillo filete variable

Tornillo con eje trapezoidal.

Como el nombre lo dice, este tornillo posee un eje trapezoidal (figura 5-44), por lo que generalmente es necesario un gran torque de arranque para sacarlo de inercia, al igual que la configuración anterior, este tipo de tornillos es muy difícil y costoso de manufacturar.

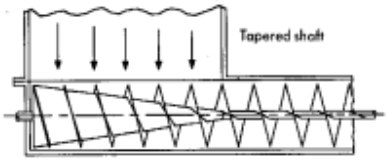


Figura 5-44, Tornillo eje trapezoidal

Tornillo de paso variable.

Usualmente la configuración más utilizada para lograr una descarga uniforme a lo largo de la tolva (figura 5-45), el paso mínimo debe ser mayor al radio del tornillo y el paso máximo debe ser aproximadamente igual al diámetro del tornillo.

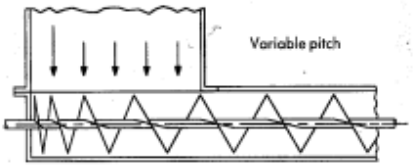


Figura 5-45, Tornillo paso variable

Tornillo de paso constante.

Comúnmente llamado transportador de tornillo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 5-46), es la solución más económica, generalmente el paso es igual al diámetro del tornillo. Cabe mencionar que actualmente existen muchos tipos de tornillos de paso constante, los cuales varían de acuerdo al material a utilizar, pero esto no se ahondaran en este estudio debido a la simplicidad del aserrín como material a transportar.

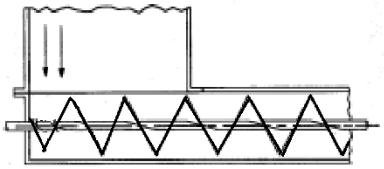


Figura 5-46, Tornillo paso constante

Tornillos mixtos.

Es común que se utilizan combinaciones de los modelos anteriores para resolver problemas de manera más económica y eficiente, como el que se muestra en la figura 5-47

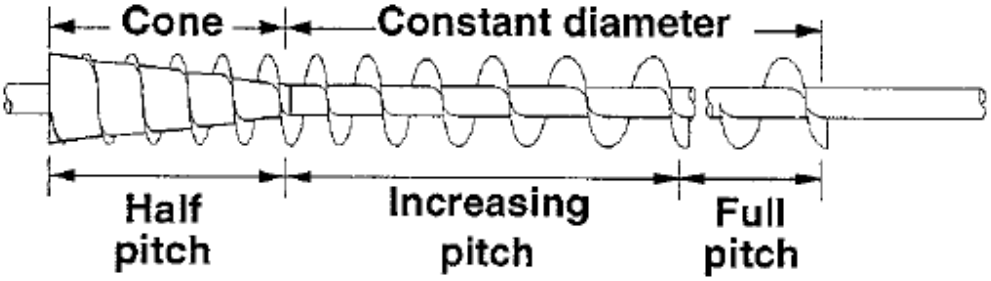
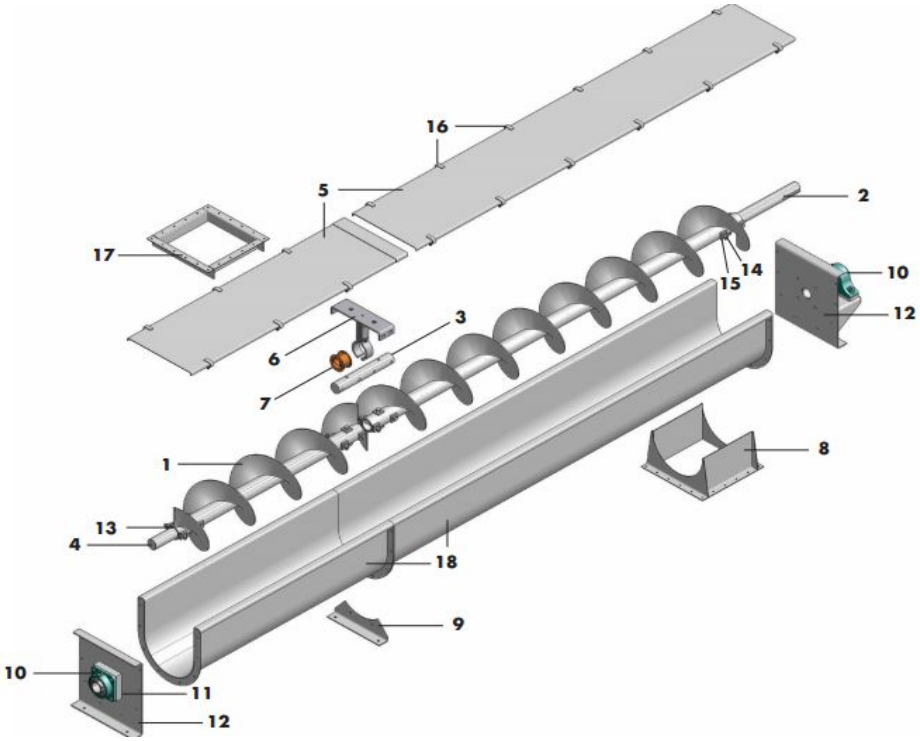


Figura 5-47, Tornillo mixto

5.18.4 Partes del Alimentador/trasportador de tornillo.

Los componentes de un alimentador de tornillo y un trasportador de tornillo son muy parecidos, estos se encuentra en la tabla 5.8



Listado de partes			
N°	Descripción	N°	Descripción
1	Tornillo	10	Rodamiento final
2	Entrada de potencia	11	Sello de eje
3	Acople eje	12	Tapa posterior
4	Salida de eje	13	Buje
5	Cubierta	14	Pernos
6	Soporte colgante	15	Pernos
7	Rodamiento colgante	16	Ganchos Cubierta
8	Descarga	17	Entrada de material
9	Pie soporte	18	Garganta

Tabla 5.7, Elementos transportador de tornillo

Algunas variaciones comunes que se pueden apreciar entre el trasportador y el alimentador son la entrada de material (17), la cual es de mayores dimensiones en el alimentador, la forma del tornillo y el conjunto formado por el soporte colgante (6) y el rodamiento (7), los

cuales comúnmente no se utilizan en alimentadores o trasportadores que operan sobre el 95% de su capacidad, ya que estos elementos dificultan el libre paso del material, provocando estancamiento, averías y fallos.

5.18.5 Selección de componentes

Los principales cálculos necesarios para dimensionar un transportador de tornillo son la capacidad a trasportar y la velocidad con la que se requiere esto. Los parámetros del sistema especifica el tiempo de descarga del material en 5 segundos, durante este tiempo se deben descargar los 1.344 kg necesarios para confeccionar la briqueta, por lo que el flujo másico por ciclo es de 0.2688 kg/s, equivalente a 0.96 Ton/h. Utilizando la relación entre masa, densidad y volumen, (utilizando la menor densidad aparente), el flujo volumétrico de material corresponde a 6 m^3/h(esto considerando una operación continua del alimentador, lo cual no es el caso específico). Para realizar los cálculos correspondientes, se utilizara como texto guía el catalogo "Screw Conveyor Components & Design", versión 2.20 de la empresa CONVEYORENG.

5.18.5.1 Calculo de revoluciones

Aplicando la fórmula propuesta en el catálogo, (ecuación 5-11), donde N es el número de revoluciones. La capacidad requerida es de 1.54 ton/h, considerando la densidad aparente inferior (160 kg/m^3) , la capacidad volumétrica es 213.58 ft^3/h, la capacidad por revolución se extraerá de la tabla 5.9

$$N = \frac{Capacidad\ requerida\ (\frac{ft^3}{h})}{Capacidad\ por\ RPM\ (\frac{ft^3}{h})}$$

Ecuación 5-11

PERCENT TROUGH LOAD	SCREW DIAMETER	MAXIMUM RECOMMENDED RPM	CAPACITY (FT³/HR) at MAX RPM	CAPACITY (FT³/HR) per RPM
95% (Shown with shroud mtd. above screw) see p.92 for more on Feeder Screws	6	300*	1,415	4.7
	9	275*	4,832	17.6
	12	255*	10,760	42.0
	14	240*	16,342	68.0
	16	220*	22,280	101.0
	18	210*	30,529	145.0
	20	190*	37,385	196.0
	24	170*	58,858	346.0
	30	115*	76,519	665.0
	36	70*	79,754	1,139.0

Tabla 5.8, Capacidad por revolución

Al utilizar un diámetro correspondiente a 6 pulgadas, obteniendo una velocidad aproximada de 45,5 rpm. El tamaño máximo de partícula para un tornillo de 6 pulgadas de diámetro se especifica en según el proveedor en 3/4 de pulgada, por lo que el material se encontraría en óptimas condiciones de operación como se puede corroborar con la distribución granulométrica del ANEXO A

5.18.5.2 Calculo de potencia

Para calcular la potencia requerida para operar el transportador, primero se descompondrá dicha potencia en dos, potencia requerida para vencer la fricción de los componentes del transportador (ecuación 5-12) y potencia requerida para transportar el material (ecuación 5-13)

$$HP_f = (L * N * F_d * F_b) * 10^{-6}$$

Ecuación 5-12

$$HP_m = C * L * D * F_m * F_t * F_p * 10^{-6}$$

Ecuación 5-13

$$HP = \frac{(HP_f + HP_m) * F_o}{e}$$

Ecuación 5-14

Donde:

- L= Largo total del transportador en pies
- N= Revoluciones (RPM)
- C= Capacidad requerida en pies cúbicos por hora
- D= Densidad aparente del material en libras por pie cubico, para este caso valor más alto del rango de densidades.
- F_d=Factor de diámetro
- F_b=Factor de rodamiento colgante
- F_m=Factor de material
- F_f=Factor de filete
- F_P=Factor de paletas
- F_o=Factor de sobrecarga
- e= Eficiencia

Para el cálculo, se considerara un tornillo de metro y medio de largo, un diámetro de 6 pulgadas y para este caso particular, no se utilizara rodamiento colgante o soporte, tampoco se utilizaran paletas especiales, esto debido a la simplicidad del material a trabajar, por lo que estos factores se consideraran nulos. El factor de diámetro (F_d), se encuentra en la tabla 5.10,el factor de material (F_m), correspondiente al aserrín (Sawdust en la traducción al Ingles), se encuentra en la tabla 5.11, el factor de filete (F_f) se considerara como el tipo estándar por lo que se le otorga el valor de 1 (tabla 5.12).

SCREW DIA.	F_d
6	18
9	31
10	37
12	55
14	78
16	106
18	135
20	165

Tabla 5.9, Factor de diámetro

MATERIAL	MAT'L CLASS CODE	CONV LOADING	COMPONENT GROUP	WEIGHT (LBS/CF)		MAT'L FACTOR F_M	VERT.*
				MIN	MAX		
Saffron (see Safflower)							
Sal Ammoniac (Ammonium Chloride)	49A45FRS	30A	1A,1B,1C	45	52	0.7	?
Salicylic Acid	29B37U	15	3D	29	29	0.6	
Salt Cake, Dry Coarse (Sodium Sulfate)	85B36TU	30B	3D	85	85	2.1	
Salt Cake, Dry Pulverized (Sodium Sulfate)	75B36TU	30B	3D	65	85	1.7	
Salt, Dry Coarse (Sodium Chloride)	53C36TU	30B	3D	45	60	1.0	x
Salt, Dry Fine (Sodium Chloride)	75B36TU	30B	3D	70	80	1.7	x
Saltpeter (see Potassium Nitrate)							
Sand (Resin Coated) Silica	104B27	15	3D	104	104	2.0	
Sand (Resin Coated) Zircon	115A27	15	3D	115	115	2.3	
Sand Dry Bank (Damp)	120B47	15	3D	110	130	2.8	
Sand Dry Bank (Dry)	100B37	15	3D	90	110	1.7	
Sand Dry Silica	95B27	15	3D	90	100	2.0	
Sand Foundry (Shake Out)	95D37Z	15	3D	90	100	2.6	
Sawdust, Dry	12B45UX	30A	1A,1B,1C	10	13	0.7	

Tabla 5.10, propiedades material

TYPE OF FLIGHTING	CONVEYOR LOADING			
	15%	30%	45%	95%
Standard	1.00	1.00	1.00	1.00
Cut	1.10	1.15	1.20	1.30
Cut & Folded	NR	1.50	1.70	2.20
Ribbon	1.05	1.14	1.20	NR

Tabla 5.11,Tipo de filete

Luego de determinar la potencia por fricción y la ´potencia para transportar el material, se procede a calcular la potencia total, a través de la ecuación 5-14, en donde el factor de sobrecarga se aproxima utilizando la ecuación representada en la figura 5-48, dando como

resultado un factor de sobrecarga de 4.5875. La eficiencia mecánica, dependerá del tipo de montaje que se realice, por lo que se consideró un montaje típico, con un moto reductor montado en línea con el eje del tornillo, como se puede apreciar en la tabla 5.13

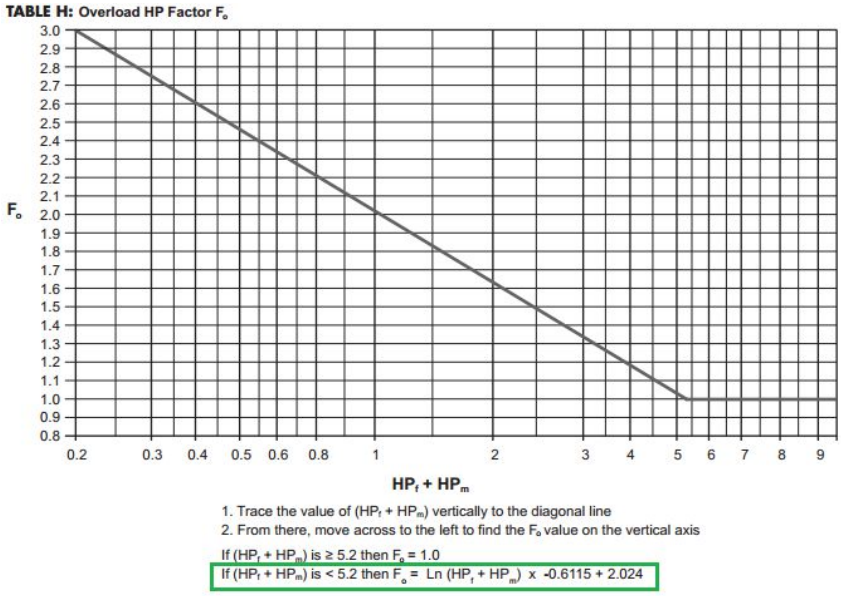


Figura 5-48, Factor de carga

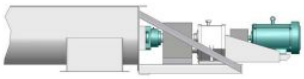
TABLE G1*: Mechanical Efficiencies (typical complete drive arrangements)			APPROX. EFFICIENCY "e"*
Direct Coupled In-line Drive		Motor, reducer & conveyor drive shaft are mounted in-line and direct-coupled together. Typically supported by drive base attached to floor or conveyor end plate. Best configuration for longer component life of larger conveyors.	0.94

Tabla 5.12, Eficiencia mecánica

Para calcular el torque en Nm, al que es sometido el eje, se utilizara la ecuación 5-15. Al realizar los cálculos correspondientes, se obtienen los resultados expresados en la tabla 5.14

$$Torque = \frac{HP * 6.93}{N}$$

Ecuación 5-15

Cálculos fundamentales	Valor	Unidad
Revoluciones de operación	46	RPM
Potencia por fricción	0.004	HP
Potencia por material	0.001	HP
Potencia nominal	0.014	HP
Potencia total	0.067	HP
Torque	0.010	Nm

Tabla 5.13, Cálculos realizados

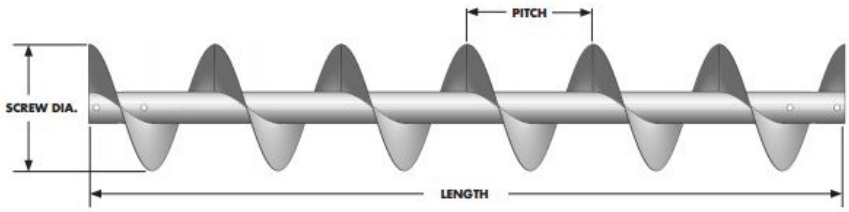
5.18.5.3 Deflexión

Antes de prescindir de los soportes y colgantes para el eje del tornillo, se debe calcular la deflexión a la que se someterá, mediante la ecuación 5-16 se determina la deflexión en pulgadas, donde L significa el largo del transportador en pulgadas, W el peso del tornillo en libras, E corresponde al módulo elástico del acero ($29*10^6$ psi) e I representa el momento de inercia del eje, en pulgadas a la cuarta.

$$D = \frac{W * L^3}{76.8\, E * I}$$

Ecuación 5-16

El peso del tornillo del tornillo se extrae de la tabla 5.15, mientras que el momento de inercia se selecciona de la tabla 5.16



SCREW DIA	COUPLING SHAFT DIA	SCREW PART #	NOMINAL PIPE SIZE	PIPE OD	FLIGHT THICK.	STD LENGTH	STD LENGTH SCREW WT* (LB)			FLIGHT WT EACH (LB)
							SCH 40	SCH 80	SCH 80 CLAD**	
6	1 ½	6SS309	2	2 ⅜	10 ga	9'-10"	62	75	NA	1.1
6	1 ½	6SS312	2	2 ⅜	3/16	9'-10"	70	83	NA	1.6
6	1 ½	6SS316	2	2 ⅜	¼	9'-10"	80	93	NA	2.1

Tabla 5.14, Peso del tornillo

NOMINAL PIPE SIZE	MOMENT OF INERTIA		
	SCHED 40	SCHED 80	SCHED 80 CLAD*
2	0.667	0.868	N/A
2 ½	1.53	1.92	N/A
3	3.02	3.89	6.13
3 ½	4.79	6.28	9.57
4	7.23	9.61	14.3
5	15.2	20.7	30.4
6	28.1	40.5	56.8
8	72.5	106	141
10	161	212	280

Tabla 5.15, Momento de inercia

Los valores obtenidos se muestran en la tabla 5.17, debido a la poca deflexión obtenida, se considera correcto prescindir de los soportes colgantes. Dado que el largo del tornillo es reducido, no se tomaran consideraciones especiales producto de la expansión térmica que este pudiese tener.

Cálculos fundamentales	Valor	Unidad
Módulo de elasticidad acero	29000000	Psi
Momento de inercia	0.776	inch^4
Peso del tornillo	28.4	Lb
Deflexión	$2.71 * 10^{-6}$	Pulgadas
Deflexión máxima aceptada	0.125	Pulgadas

Tabla 5.16, Valores obtenidos

5.18.6 Motoreductor

A pesar que el cálculo arroja una potencia de 0.067 Hp (0.05 kw), el fabricante recomienda seleccionar motores con una potencia mucho mayor a la calculada, como ejemplo, en el catalogo del proveedor se recomienda que para una potencia calculada de 3.7 Hp, se utilice un motor de entre 5 Hp y 7.5 Hp . Como elemento motriz se ha seleccionado un motoreductor de ejes coaxiales de la marca VARVEL, cuyo motor proporciona una potencia de 0.75 kw (1Hp),

Debido a que el motor gira a 1395 rpm, y la velocidad de giro que se debe lograr es de 46 rpm, la relación entra la velocidad del motor y la del reductor debe ser de aproximadamente 33. Recurriendo al catalogo de la empresa VERVEL, se selecciona un motorreductor de tamaño MRD22, el cual posee un factor de reducción de 31.5, y entrega una potencia de salida da de 0.71 kw. Utilizando este reductor la velocidad de salida será aproximadamente de 44.2 Rpm, por lo cual el material se debe descargar en un tiempo de aproximadamente 4 segundos.

P_1 [kW]	i_n =	i_r =	n_2 [min^{-1}]	M_2 [Nm]	FS	TIPO TYPE	F_{r2} [N]	MRD [kg]	FRD [kg]	Lub H	Lub V	J_m x 10^{-4}	J_t x 10^{-4}
0.75	16,0	16,30	85	81	1,12	MRD12	1620	14,8	5,0	0,50	0,70	17,00	1,0704
		16,29	85	81	2,26	MRD22	3120	17,7	7,9	0,80	1,00	17,00	2,0125
	20,0	20,39	68	101	0,91	MRD12	1360	14,8	5,0	0,50	0,70	17,00	1,0429
		20,67	67	103	1,80	MRD22	3170	17,7	7,9	0,80	1,00	17,00	1,9223
	25,0	26,52	52	132	0,71	MRD12	1380	14,8	5,0	0,50	0,70	17,00	0,6741
		26,73	52	133	1,41	MRD22	2980	17,7	7,9	0,80	1,00	17,00	1,8534
		25,26	55	125	3,15	MRD32	7550	23,1	13,3	1,30	1,80	17,00	2,5126
	31,5	31,48	44	156	1,21	MRD22	2790	17,7	7,9	0,80	1,00	17,00	1,8236
		33,21	42	165	2,43	MRD32	7350	23,1	13,3	1,30	1,80	17,00	2,3727
	40	39,39	35	196	0,71	MRD22	2600	17,8	8,0	0,80	1,00	17,00	1,7903
		40,76	34	202	0,98	MRD23	1750	18,2	8,4	0,80	1,00	17,00	1,7099

Figura 5-49, Motorreductor

5.18.7 Tolva

Considerando que la elección de un trasportador de tornillo por sobre un alimentador de tornillo y viceversa, está estrechamente relacionada con las dimensiones de la tolva de descarga, específicamente con la abertura de descarga. En el caso de tener una abertura rectangular (donde un lado es mucho mayor que el otro), esta debiese utilizar un alimentador de tornillo, mientas que en el caso de tener abertura cuadrada o circular, es más económico utilizar un transportador de tornillo con un paso acorde a las dimensiones de esta abertura ya que se requiere un menor costo de inversión. El gran inconveniente que presentas las tolvas con abertura cuadrada o rectangular es que para ofrecer una capacidad considerable necesitan aumentar mucho su altura, como un silo, por lo que requieren mayor cantidad de material para construir, no así las tolvas de cuña o rectangulares. El diseño de la tolva depende entre otras cosas, del tiempo de autonomía que se le requiere dar a la briqueteadora, tecnología disponible para el llenado de esta y del tipo de instalación donde se emplazara la máquina. Es por esto que se resolverá un caso genérico, donde se requiere una tolva con una capacidad suficiente para proporcionar una hora continua de autonomía de la máquina.

5.18.7.1 Diseño de la tolva de almacenamiento.

Para el diseño de la tolva, se utilizaran las propiedades de fluidez y granulometría anteriormente vistas, a estas propiedad se le agregaran algunos datos obtenidos de estudios referenciales del material.

Considerando que el flujo de masa de aserrín es igual a la tasa de producción de la maquina, 160 kg/h, utilizando la densidad aparente mínima del aserrín, la capacidad volumétrica de la tolva queda determinada por la ecuación 5-17. Realizando los cálculos respectivos, la capacidad necesaria es de un metro cubico.

$$Volumen = \frac{Tasa\ de\ produccion}{Densidad\ aparente}$$

Ecuación 5-17

El diseño de la tolva es de tipo piramidal, para evitar una altura excesiva de la tolva, y considerando que es un material poco abrasivo, se priorizara un flujo tipo embudo. Debido a que la granulometría del material se puede considerar como muy fina, el ancho de la abertura de descarga corresponde al ancho de la abertura de entrada del transportador de tornillo, la cual es de 177.8 mm (7 pulgadas), mientras el largo de la abertura corresponde a 355.6 mm (14 pulgadas). El material escogido para construir la tolva es un acero ASTM A36, el cual posee un coeficiente de rose con el aserrín de 0.5(figura 5-50) , esta información se extrajo del documento " Mechanical properties of sawdust and woodchips", desarrollado por Mateusz Stasiak y Marek Molenda para el Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Poland.

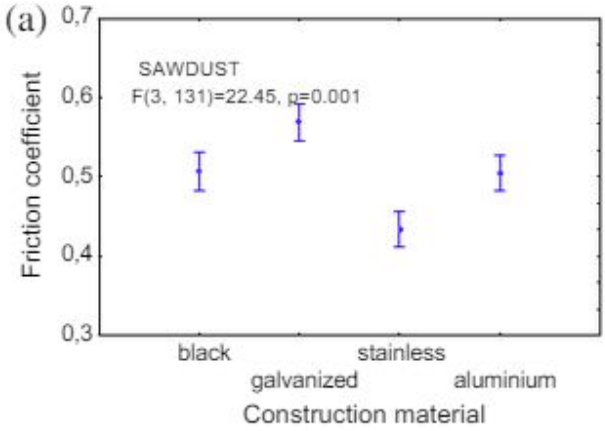


Figura 5-50, Coeficiente de fricción aserrín

Considerando este coeficiente de roce, el ángulo de fricción de pared corresponde a 27 grados, por lo que para un flujo embudo (figura5-51), el ángulo de valle debe ser mayor a 28 grados, para esto se establecieron los ángulos de lado (θ_{side}) y ángulo de termino (θ_{end}), como 45 y 30 grados respectivamente.

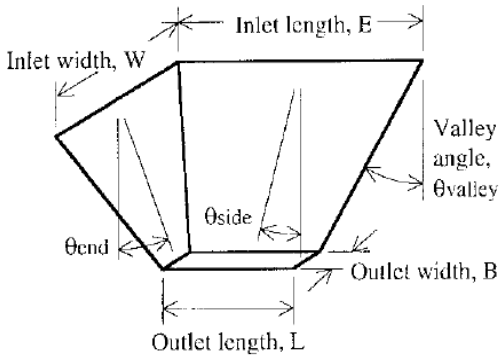


Figura 5-51, Dimensiones tolva

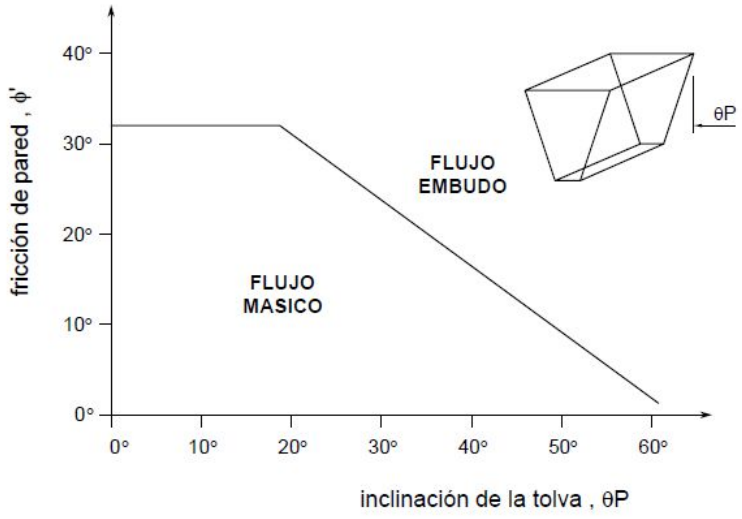


Figura 5-52, Tipos de flujo según ángulo de tolva

Calculando el ángulo de valle (θ_p), según la ecuación 5-18, al resolver la ecuación da por resultado 49.1 grados.

$$\theta_p = \tan^{-1}(\sqrt{\tan(\theta_{side})^2 + \tan(\theta_{end})^2})$$

Ecuación 5-18

Para que la tolva alcance una capacidad de un metro cubico, la abertura de entrada de la tolva debe ser de 1300 mm por 1690 mm (ancho por largo) y la altura de la tolva debe medir 1155 mm.

El esfuerzo máximo sobre la pared lateral, (Costado E, figura 5-52) se calcula según la ecuación de Jenike (ecuación 5-19)

$$\sigma = k * \ \delta \left(\frac{h_0 - z}{n-1} + \left(\frac{q}{\delta} - \frac{h_0}{n-1} \right) * \left(\frac{h_0 - z}{h_0} \right)^n \right)$$

Ecuación 5-19

$$n = (1 + m) * (k * (1 + \left(\frac{\mu}{\tan \theta} \right)) - 1)$$

Ecuación 5-20

$$h_0 = \frac{Largo}{2 * \ \tan \theta}$$

Ecuación 5-21

Con

- h_0 : Altura, considerando la tolva como un triangulo.
- m: Factor de forma, 1 para cono y 0 para cuña.
- n: Numero a dimensional
- k: Coeficiente de Jenike, con el valor de 3 para el caso dinámico.
- q: Carga externa sobre el material
- μ: Coeficiente de rose
- z: Altura objetivo, a partir de la abertura superior de la tolva.
- δ: Densidad aparente (mayor)

Resolviendo la ecuación de Jenike, da como resultado un esfuerzo de 516 Pa en la pared donde termina la tolva. debido a que este esfuerzo es muy pequeño, el espesor de pared de la tolva será de 5 mm.

6 Automatización del proceso.

6.1 Introducción

La maquina briqueteadora a diseñar debe ser capaz de operar de forma continua, sin la necesidad de un operador externo, es por esto que se ha dispuesto de un PLC (Controlador lógico programable), el cual se encarga de leer la información, proporcionadas por los sensores, y reaccionar mediante salidas, las cuales provocan la el movimiento de los actuadores, ya sea mediante las válvulas direccionales o por acción directa.

6.2 Diagrama de estados

En la Figura 6-1, se muestra el diagrama de estados del proceso de briqueteado, en la parte central, encerradas por un circulo, se muestran los distintos estados enumerados desde el número cero al diez. Al costado izquierdo del diagrama se encuentra una breve descripción de la acción que se realiza en cada estado, mientras que a mano derecha, se muestra el paso de un estado a otro atreves de flechas, sobre las cuales se encuentran las señales de entrada que requiere el sistema para pasar al siguiente estado y debajo de estas flechas se encuentra la señal de salida correspondiente a cada estado.

Las señales de entrada a0, b0, c0 y d0 corresponden a la posición inicial de cada cilindro, cuando el vástago se encuentra completamente dentro del cilindro, las entradas b2 y c2 representan a los cilindros B y C cuando se encuentran en sus pociones intermedias, mientras que las a1, b1, c1 y d1 representan las posiciones del cilindro con el vástago totalmente extendido.

La señal de entrada PM corresponde a la puesta en marcha del sistema, P1 representa la señal de salida del presostato correspondiente al proceso de pre compresión, mientras que P2 representa la señal correspondiente al presostato de compresión, R1 corresponde a la señal que proporciona el sensor de rotación.

En cuanto a las salidas, M+ representa la puesta en marcha del motor conectado al alimentador de tornillo y M0 la detención de este. Para el caso de los actuadores hidráulicos, se ha designado la salida del vástago del cilindro utilizando el signo + seguido de la letra correspondiente al cilindro , y para el proceso inverso el signo -.

En el estado E0, se inicia el proceso, verificando que todos los cilindros se encuentran en su lugar y se encuentre activada la puesta en marcha (PM), posteriormente se pasa al estado E1, donde se inicia la descarga de material atreves del alimentador de tornillo. Una vez que el alimentador efectué los giros necesarios, atreves de un contador conectado interno del PLC, se emite la señal R1, siempre y cuando los actuadores hidráulicos se encuentren en posición, se pasa al estado E2,donde se produce la detención del motor. Posteriormente comienza el estado E3, donde comienza a avanzar el vástago del cilindro A, produciendo la pre compresión del material. Una vez que el vástago llega a su posición final o la presión ejercida por el cilindro sobrepasa los 250 bar, se da paso al estado E4, donde se produce la extensión del cilindro C, el cual se desplaza hasta la posición c2, donde pasa al estado E5, el cual debe permitir la detención del cilindro C y la salida del cilindro B, el cual inicia el proceso de compresión hasta que este llegue a su extremo totalmente extendido b1 o se active el presostato P2, a los 250 bar. Una vez finalizada la compresión del material, se inicia el estado E6, donde se produce el retroceso de los cilindros A y B, este último, al alcanzar la posición b2, en la cual se tiene certeza de que el cilindro b no interfiere con el desplazamiento del cilindro C, se da inicio a la etapa E7, en esta etapa, los cilindros A y B continúan retrocediendo, mientras avanza el cilindro C para alcanzar su posición totalmente extendida (c1). Cuando el cilindro C se encuentra ubicado al extremo, se pasa al estado E8, en el cual se produce la extensión completa del cilindro D, expulsando la pieza, posteriormente al llegar a la posición d1, se pasa al estado E9, donde el cilindro D se recoge para volver a su posición d0. En el estado E10, se retrae por completo el cilindro C, hasta llegar a su pasión c0. Una vez que todos los cilandros se encuentran en la posición inicial, se termina el ciclo atreves del estado E11 para reiniciar el ciclo.

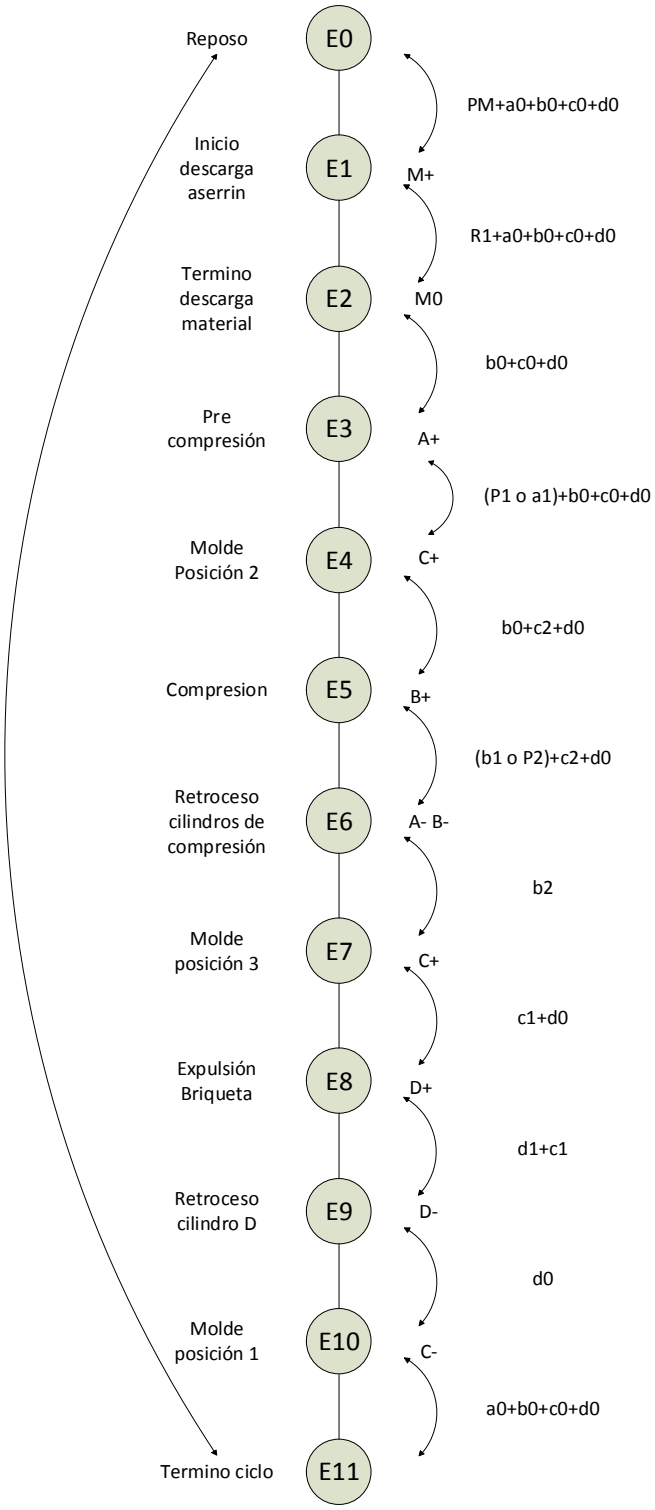


Figura 6-1, Diagrama de estados

6.3 Elementos de mando y control

6.3.1 Sensores de nivel tolva

Para asegurar que la cantidad de material sea la adecuada para la continuidad de la operación, se dispondrá de un sensor de nivel en la tolva, el cual emitirá una señal al quedar un mínimo de aserrín en la tolva de alimentación, y así advertir que es inminente recargar la tolva.

Debido a la baja densidad del aserrín cuando se encuentra a granel, no es posible instalar sistemas de detección de nivel por membrana, por lo que se utilizara un sistema por paletas rotatorias, el cual consiste en un pequeño motor que hace girar una paleta a una pequeña velocidad, cuando la tolva se encuentra con material, este impide el libre giro de la paleta, por lo que el motor se detiene, cambiando el estado de un micro-switch interno, el cual produce (o deja de producir dependiendo si es normal abierto o normal cerrado) una señal eléctrica.

Figura 6-2, Sensor nivel tolva

El sensor de nivel seleccionado es el modelo AKO-5335, el cual se compone por un motorreductor protegido por un cuerpo de aluminio con grado de protección IP65, la paleta gira con una velocidad de 5 revoluciones por minuto.

6.3.2 Sensores de proximidad inductivos

Todos los cilindros hidráulicos seleccionados vienen con detectores de proximidad inductivos tanto como para el inicio como para el final de carrera. Estos sensores detectan la presencia del embolo al interior del cilindro, para los cilindros que necesitan detectores de posición en un punto intermedio de la carrera, como es el caso de los cilindros B y C, se instalaran detectores de proximidad externos, los cuales son proporcionados por la misma empresa GLUAL.

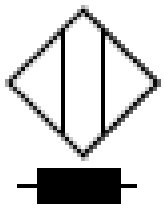


Figura 6-3, detector de proximidad inductivo

6.3.3 Sensor de rotación

Este sensor de rotación se encarga de que el alimentador de tornillo realice las revoluciones necesarias para que ingrese el material necesario a la cámara de pre compresión, dado que el tiempo estimado de descarga es de 4 segundos, y la velocidad de giro del alimentador de tornillo es de 44 rpm, el motor debe completar aproximadamente tres revoluciones para que ingresen 1.334 kg de aserrín a la cámara de pre compresión.

El sistema de medición de la velocidad de giro en el tornillo se debe implementar como se muestra en la figura 6-4

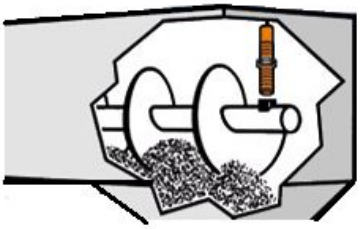


Figura 6-4, Instalación sensor

Para esto se utilizara un sensor de proximidad inductivo a una distancia de aproximadamente 10 mm del eje de rotación del tornillo, el sensor va fijo, mientras que al eje debe tener una pequeña parte de acero descubierta para que el sensor sea capaz de reconocerla, la señal del sensor debe cerrar un contacto normalmente abierto del PLC cada vez que pasa la musca de acero por este, mediante un contador del PLC es posible monitorear el numero de revoluciones.

6.3.4 Presostato.

Los presostatos o interruptores de presión son elementos que ante una determinada presión conmutan un contacto eléctrico, cuando se deja de ejercer la carga, el contacto vuelve a su posición inicial.

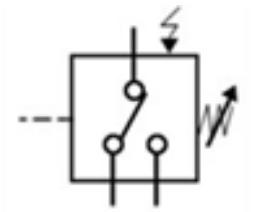


Figura 6-5, Presostato .

Este elemento electromecánico, está encargado de enviar una señal eléctrica al PLC cada vez que se sobrepase la presión estipulada, en el caso de los presostatos ubicados en las líneas de

presión de los cilindros A y B, el valor de esta presión es de 250 bar. Para esto se selección un presostato tipo pistón, los cuales son comúnmente utilizados para fluidos hidráulicos, aceites y lubricantes.

El presostato seleccionado es de marca NORGEN, modelo 0882420, con un rango de presión entre 40 y 420 bar, temperatura de operación entre -20 y 80°C y con salida de señal digital.

6.4 PLC

El PLC es el encargado de ejecutar el diagrama de estados, mediante una programación en lenguaje LADDER. Uno de los aspectos más importantes a la hora de seleccionar un PLC, es la cantidad de entradas y salidas , tanto analógicas como digitales que este posee. El número de entradas viene dado por la cantidad de sensores, en este caso, son diez entradas digitales con transistor tipo PNP y interruptores SPDT incorporados, correspondientes a los sensores de proximidad inductivos que se encuentran en los cilindros hidráulicos, una entrada correspondiente al detector de proximidad ubicado en el alimentador de tornillo, también del tipo digital y con transistor PNP, dos entradas digitales correspondientes a los presostatos ubicados en los cilindros A y B. También son necesarias dos entradas con interruptor SPST para la botonera de puesta en marcha y para la parada de emergencia, por lo que son necesarias a lo menos 13 entradas digitales.

El número de salidas, está compuesto por la cantidad de solenoides, encargados de accionar los actuadores, el interruptor encargado de excitar el motor eléctrico del alimentador y las luces Led encargadas de señalar cuando se acciona la parada de emergencia y cuando el nivel de la tolva es bajo. Son necesarios 8 salidas para los solenoides, una salida para activar la alimentación y dos salidas para los Led, por lo que serian a lo menos 11 salidas del tipo digitales.

Otro de los criterios importantes a la hora de seleccionar un PLC es la capacidad de programas que este es capaz de ejecutar a la vez, Como en este caso, el proceso a automatizar

es relativamente simple, se pueden agrupar las funciones en un solo código LADDER, o en el caso de simplificar el código, para minimizar errores, se pueden utilizar dos programas, uno encargado de ejecutar el movimiento de los actuadores (figura 6-1), y otro programa, mucho más simple, encargado simplemente de monitorear el estado de la tolva de alimentación, como el diagrama de estados que se encuentra en la figura 6-6, donde la entrada PM hace referencia a la puesta en marcha, la entrada 3-6 hace referencia a la posición cuando el contacto normal cerrado del sensor de nivel se abre, y 3-4 cuando el contacto se vuelve a cerrar.

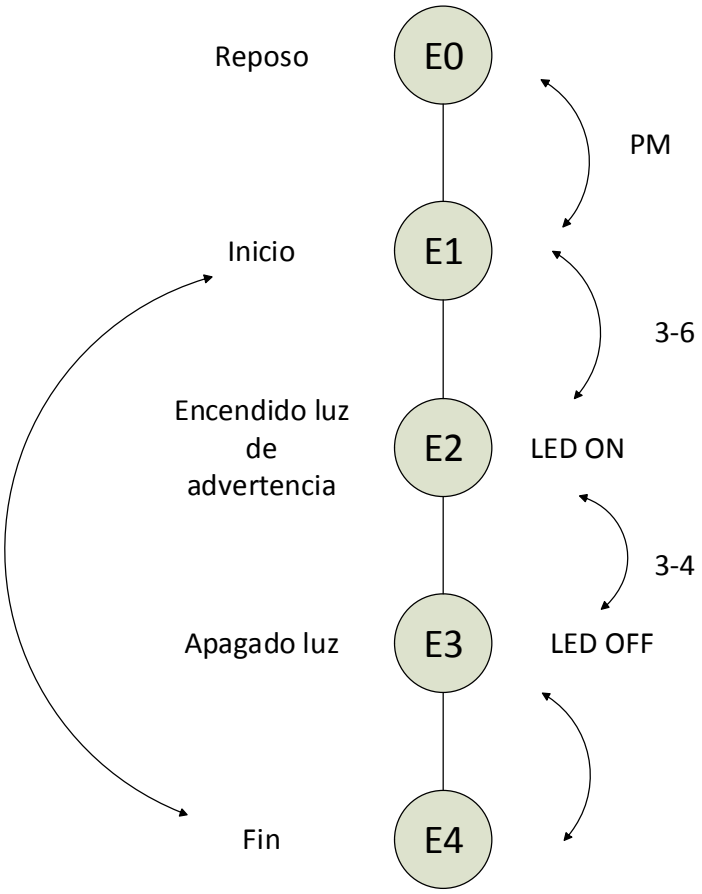


Figura 6-6, Diagrama estado tolva

En resumen, el PLC seleccionado debe cumplir con las siguientes características, transistor PNP, mínimo 13 entradas y 11 salidas digitales, al menos 2 contadores, y la capacidad de realizar 2 tareas a la vez. Para cumplir con los requerimientos, se ha seleccionado un PLC de la marca FATEK, modelo FBS-20MA, el cual cuenta con 12 salidas digitales, con la opción de transistores NPN o PNP, (de las cuales solo se puede optar por una) y 8 salidas por relé. Este PLC acepta ampliaciones modulares, por lo que para lograr el número de entradas y salidas necesarias, se agregara un modulo de expansión por la derecha modelo FBS-16XY, el cual agrega 8 entradas digitales y 6 salidas por relé, por lo que el número total de entradas disponibles asciende a 20 y el número de salidas a 16.

Otras características que posee este PLC es que cuenta con dos contadores y 4 sets de temporizadores, y una capacidad e memoria de programa de 20.000 palabras. Al diagrama LADDER se le ha agregado una parada de emergencia (PE), que en el caso de ser presionada, detenga de inmediato cualquier movimiento de los cilindros o el motor, el diagrama se encuentra en el ANEXO D.2

7 Conclusiones

7.1 Estimación Económica

Para establecer un valor aproximado del prototipo diseñado, se realizara una estimación del costo de los principales componentes que comprenden la maquina briqueteadora. El valor de los elementos críticos diseñados en el capítulo 4, se realizara en base al valor de los materiales, el valor de las horas hombre (HH) y el tiempo de maquina utilizado (HEq). Considerando un valor de 5000 pesos por HH , un valor de 10000 por HEq. Aproximando el valor de los materiales en 3000 pesos el kilo, se han calculado los valore correspondientes para cada pieza, los cuales se encuentran en la tabla 7-1. Los valores de HH y HEq para cada pieza fueron estimados de forma empírica.

Nombre	HH	HEq	Material	Peso [kg]	Valor
Cámara pre compresión	40	20	ASTM A572	162	886,000
Extremo cilindro A	8	8	ASTM A572 y SAE 1045	7	141,000
Extremo cilindro B	24	24	SAE 1045	31	453,000
Extremo cilindro D	8	8	ASTM A572 y SAE1045	1	123,000
Molde	24	24	SAE 1045	100	660,000
Molde fijo 1	24	16	ASTM A572	101	583,000
Molde fijo 2	24	16	ASTM A572	128	664,000
Molde fijo 3	24	12	ASTM A572	45	375,000

Tabla 7.1, Cotización piezas

Todos los componentes vistos en los capítulos anteriores han sido cotizados en casas comerciales en Chile, con la excepción de los cilindros hidráulicos, los cuales fueron cotizados en la sucursal de GLUAL en España. El valor de cada componente se encuentra en la tabla 7-2. cabe mencionar algunos detalles como el precio de los cilindros hidráulicos, el cual fue cotizado en euros, por lo que su valor fue traspasado a pesos Chilenos a una tasa de cambio de 734 pesos por euro (19-10-2016), otro detalla es que el fluido hidráulico que se cotizo, se encuentra en formato de 20 lt, por lo que se requieren 3 unidades para suplir la central hidráulica. Al momento de cotizar el distribuidor en chile de las bombas de engranajes marca Marzocchi se encontraban si stock , por lo que se procedió a cotizar bombas de similares capacidades de la marca Ronzio, Otro detalle es que al cotizar las mangueras se cotizo por el precio por metro, para luego estimar en ocho metros el largo total. El detalle de las cotizaciones realizadas se encuentran en el ANEXO C.

Nombre	Cantidad	Marca	Precio Unitario	Precio Total
Cámara pre compresión	1	-----	886,000	886,000
Extremo cilindro A	1	-----	141,000	141,000
Extremo cilindro B	1	-----	453,000	453,000
Extremo cilindro D	1	-----	123,000	123,000
Molde	1	-----	660,000	660,000
Molde fijo 1	1	-----	583,000	583,000
Molde fijo 2	1	-----	664,000	664,000
Molde fijo 3	1	-----	375,000	375,000
Cilindro A	1	Glual	1,208,150	1,208,150
Cilindro B	1	Glual	8,738,100	8,738,100
Cilindro C	1	Glual	532,900	532,900
Cilindro D	1	Glual	500,050	500,050
Bomba Alta	1	Marzocchi	223,413	223,413
Bomba Baja	1	Marzocchi	223,413	223,413
Motor	1	Siemens	638,848	638,848
Válvula limitadora de presión 250 bar	1	EATON Vickers	249,320	249,320
Válvula limitadora de presión 50 bar	1	EATON Vickers	249,320	249,320
Válvula reguladora de caudal	2	EATON Vickers	140,520	281,040
Válvula direccional	4	EATON Vickers	415,220	1,660,880
Válvula Check	2	EATON Vickers	31,220	62,440
Fluido hidráulico	3	ESSO	24,000	72,000
Manguera hidráulica	8	Hypress	6,520	52,160
Manómetro	1	Winters	9,000	9,000
Presostato	1	Norgen	84,689	84,689

Sensor nivel	1	VETO	160,290	160,290
PLC	1	FATEK	150,956	150,956
Modulo de expansión	1	FATEK	95,878	95,878
Sensor de proximidad	1	Autonics	14,990	14,990
Machón de acoplamiento	1	Guardian	51,078	51,078
Motorreductor	1	VERVEL	298,000	298,000
Alimentador de tornillo	1	VDM	1,844,039	1,844,039

Tabla 7.2, Cotizaciones

Elementos como el soporte para el alimentador, tolva de alimentación, racores, pernos, estanque hidráulico ,panel eléctrico y otros componentes electrónicos no han sido cotizados, por lo que se estimaran como otros gastos, por un valor de 1,500,0000 pesos

La estimación total de gastos para la confección del prototipo de maquina briqueteadora es de 22,785,954 pesos. Como punto de comparación se puede considerar la maquina briqueteadora TH 714, de la marca Alemana WEIMA, la cual es capaz de procesar hasta 160 kg/h, posee un costo de 32,000 euros, 23,488,000 pesos chilenos considerando la tasa de cambio anterior, este valor no incluye el traslado a Chile, el cual tiene un valor que bordea los 5,000 euros.

7.2 Conclusiones finales

Hoy en día, las grandes empresas de la industria agroforestal, están utilizando la biomasa residual como fuente de energía ,para generar electricidad o para combustión directa, en secadores u otros equipos. Por otro lado, las pequeñas y medianas empresas no poseen las facilidades necesarias para utilizar en mayor medida este recurso, por esto se plantea la producción de briquetas a mediana escala para dar un valor agregado a la biomasa residual, ya que las briquetas presenta una gran opción para la calefacción residencial, ya que aparte de ser una fuente de energía carbono neutral ,poseen un menor costo de consumo que calefactores eléctricos o a gas, y a diferencia de los pellets, pueden ser utilizados en cualquier

calefactor a leña, es por esto que las convierte en una excelente opción para que las pequeñas y medianas empresas utilicen su biomasa residual.

El primer paso para el diseño de una briqueteadora hidráulica es determinar el esfuerzo que se le debe aplicar al aserrín para lograr la densidad de 1000 kg/m^3, requerida por la norma DIN-51731. Para esto se realizo una serie de ensayos de compactación, utilizando como material base el aserrín de pino radiata con una humedad de 12% y una granulometría 90% menor a dos mm. Las pruebas fueron realizadas en el laboratorio de tecnología mecánica, UTFSM, donde se determino que el esfuerzo de compactación tiene un comportamiento exponencial a medida que se densifica el aserrín, estableciéndose un esfuerzo de 111 Mpa para compactar el material según dicta la norma DIN .

El aserrín posee una densidad aparente muy baja, utilizando un gran volumen, por lo se requiere de un cilindro con una gran carrera para compactarlo, considerando que el cilindro de compresión debe tener un gran diámetro para ejercer la fuerza necesaria, seria desproporcionado contar con solo un cilindro para realizar la compresión de manera directa, ya que un elemento de esas características elevaría de sobremanera el valor del equipo, es por esto que se ha planteado un sistema de briqueteado en dos etapas, la primera con un cilindro de diámetro medio y una gran carrera, y la segunda con un cilindro de gran diámetro pero con una carrera reducida.

Los elementos encargados de contener el material durante la compactación de este, fueron diseñados pensando en la durabilidad y mantención de la maquina. El proceso es controlado mediante un PLC, por lo cual no es necesaria la presencia de un trabajador que opere la maquina, salvo para rellenar con material la tolva de alimentación la cual fue diseñada para lograr una hora de autonomía.

En cuanto a las características económicas, el cilindro de compactación, de la marca GLUAL es el componente con mayor valor, comprendiendo el 41% del valor total de la maquina, a su vez los cilindros son los únicos elementos cotizados fuera del país, por lo que de encontrar un proveedor local, el valor de estos podría reducirse considerablemente y con ello el valor total.

El valor estimado para la confección de la maquina briqueteadora es de 22,785,954 pesos chilenos, este precio es similar o menor a maquinas briqueteadoras hidráulicas de similares características por lo que se consideraría un precio atractivo para el mercado.

8 Referencias

SAS Bruncer, Sebastian Marcos. Análisis Economico-Energetico de la biomasa lignocelulitica en Chile. Tesis (Máster en ciencias de la Ingeniería) Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago Chile, 2012.

GARCIA Álvarez, José Andrés. Diseño de una compactadora de chatarra de alto tonelaje. Tesis (Ing. Industrial mecánico). España, Madrid. Universidad pontificia Comillas ,2014.

PINTO Fajardo, Carlos Humberto. Diseño, modelamiento y simulación de maquina dosificadora de alimento granulado para animales. Tesis (Ingeniería de diseño y automatización electrónica). Bogotá, Colombia. Universidad de la Salle ,2006.

FREDES Nuñes Natalia Alejandra, Evaluación técnica y económica de una planta de producción de combustible sólido a partir de biomasa forestal en la región de los lagos, Tesis (Ingeniera Civil Química). Santiago, Chile. Universidad de Chile , 2014

PAYAN Cobo Héctor Alexander, Reingeniería a una prensa hidráulica de CONSTRUMECAM, para mejorar la eficiencia de su producción, Tesis (Ingeniero Mecánico). Cali, Colombia. Universidad Autónoma de Occidente, 2012

Estudio de la soldabilidad del acero estructural ASTM A572 grado 50 con proceso GMAW en junta en T, posición 3F progresión descendente, comparado con el proceso SMAW progresión ascendente., Barrera Juna, Giraldo, Juan., Institución Universitaria los Libertadores, Facultad de Ingeniería Mecánica, Bogotá, Colombia, 2015

LIGNUM. Dos Combustibles derivados de la biomasa apuestan por ser clave para la descontaminación ambiental en Temuco. [en línea] < http://www.lignum.cl/2013/07/18/combustibles-derivados-de-la-biomasa-apuestan-por-ser-

clave-para-la-descontaminacion-ambiental-en-temuco./>. 18 de Julio, 2013 [consulta: Octubre 2015]

Spichiger Jose, Morales Eduardo, Potencial de biomasa forestal en chile, 2008, GNE/GTZ, < http://www.inapiproyecta.cl/605/articles-1661_recurso_1.pdf> [en línea] [consultado: Noviembre 2015]

INFOR, Actualización de la disponibilidad de recursos madereros generados por la industria primaria de la madera (aserraderos) 2008, < http://biblioteca.infor.cl/DataFiles/25572.pdf> [en línea] [consultado: Noviembre 2015]

ODEPA, La avena, características y mercado < http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2627.pdf> [en línea] [consultado: Noviembre 2015]

ABYPER, Maquinaria. Comparación de tecnologías de Prensas briqueteadoras < http://www.abyper.com.ar/assets/img/main/Comparacion-de-Tecnologias-de-Prensas-Briqueteadoras.pdf> [en línea] [consulta Noviembre 2015]

OTERO, Productos, división aceros. < http://www.acerosotero.cl/productos.html> [en linea] [consulta Junio 2016].

SCHAEFFLER, Medidas: Precisión de los carriles guía. <http://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.tg.cat/tg_lf*ST4_361366027> [en línea] [consulta: Septiembre 2016].

ANEXO A

Ensayos de compactación del aserrín

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

" Determinación esfuerzo de compactación del aserrín "

Trabajo de titulo “ Diseño y selección de componentes de una maquina briqueteadora de mediana capacidad”

Ignacio Venegas Martinez

15/04/2016

Introducción

En el marco de la realización del trabajo de titulo "Diseño y selección de componentes de una maquina briqueteadora de mediana capacidad", para realizar el diseño es indispensable conocer los esfuerzos mínimos que deberá efectuar la máquina para compactar el material según especifican las normas de calidad internacionales.

Objetivos

Mediante la utilización de la máquina universal "LOSENHAUSENWERK" ubicada en el Laboratorio de tecnología mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María, Casa Central, se pretende determinar de manera exacta el esfuerzo de compactación mínimo que se le debe aplicar al aserrín en estado seco (Humedad menor al 12%), para que este logre la densidad mínima establecida por la norma DIN 51731, (1.000 Kg/m^3).

También se estudiara el comportamiento de la densificación del material a distintas cargas, con el objetivo de conocer el valor de la densidad a determinados valores de carga aplicada.

Antecedentes de ensayo

El ensayo se realizo el día jueves 14 de enero del año 2016 en el laboratorio de tecnología mecánica, UTFSM, Casa central.

EL material a ensayar fue Aserrín (Pino Radiata), el cual se sometió a una prueba de humedad relativa y un análisis granulométrico.

Contenido de Humedad.

La norma DIN 51731 exige que para fabricar briquetas y pellets, la materia prima a utilizar posea una humedad relativa menor al 12%, este dato se corroboro mediante el secado de tres muestras en el laboratorio de procesos termodinámicos de la UTFSM, Casa Central. Este ensayo consiste en pesar una tara o recipiente (wt), posteriormente se llena la tara con material y se pesa nuevamente (wm+wt), luego se introduce la tara a un horno con una temperatura controlada de 105°, pasadas cinco horas, se retira la muestra y se vuelve a pesar (ws+wt), con estos datos es posible determinar la masa del agua evaporada en el horno (wa), la masa del material seco (ws) y el porcentaje de humedad mediante de las ecuaciones que se presentan bajo el texto .Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 0.1

$$wa= (wm+wt)-(ws+wt)$$

$$ws= (ws+wt)-wt$$

$$\% \text{ Humedad}= (wa/ws)*100$$

Humedad relativa							
Valores húmedo			Valores seco			% de humedad	
Masa	Valor	Unidad	Masa	Valor	Unidad	Muestra 1	11.40
Tara 1	28.90	G	Tara 1	28.90	g	Muestra 2	11.29
Tara con muestra 1	31.08	G	Tara con muestra 1	30.83	g	Muestra 3	11.42
Muestra 1	2.18	G	Muestra 1	1.93	g	Media	11.37

Tara 2	26.73	G	Tara 2	26.73	g
Tara con muestra 2	28.53	G	Tara con muestra 2	28.33	g
Muestra 2	1.80	G	Muestra 2	1.59	g
Tara 3	26.81	G	Tara 3	26.81	g
Tara con muestra 3	29.10	G	Tara con muestra 3	28.84	g
Muestra 3	2.28	G	Muestra 3	2.02	g

TABLA 0.1

Análisis Granulométrico

Para poder realizar el ensayo de compactación del material, se debe comprobar que este posea la granulometría adecuada para el proceso de compactación o briqueteado, ya que los trozos o granos de aserrín no debes ser de gran tamaño. Para corroborar esto, se realizo un análisis granulométrico utilizando las mallas ASTM proporcionadas por el laboratorio de manejo de materiales (CITRAM) de la UTFSM. Los resultados se muestran en la tabla 0.2

Análisis granulométrico							
Malla	Abertura	Unidad	Masa (g)	Masa neta (g)	%	% Retenido	% Pasante

1/2	12.5	mm	4.5	1.6	1.928	1.928	98.072
1/4	6.3	mm	3.8	0.9	1.084	3.012	96.988
5	4	mm	3.6	0.7	0.843	3.855	96.145
10	2	mm	7.8	4.9	5.904	9.759	90.241
18	1	mm	48.5	45.6	54.940	64.699	35.301
30	0.6	mm	28.8	25.9	31.205	95.904	4.096
Fondo	-	-	6.3	3.4	4.096	100.000	0.000
			Total	83	Error (%)	2.353	

TABLA 0.2

Metodología de trabajo

para este ensayo se utilizo un molde (figura 0.1) diseñado para determinar el esfuerzo de compactación del aserrín. El molde está compuesto por un eje o punzón y un buje, los cuales poseen una holgura máxima de 0.57 mm., para realizar la compactación, se debe ubicar el buje sobre una mesa de trabajo horizontal y se introduce el material por la parte superior del buje hasta formar una columna aproximadamente de 110 mm, luego se introduce el punzón, el cual se encargara de comprimir el material contra la mesa de trabajo.

Figura 0.1

Figura 0.2

Una vez aplicada la carga de prueba sobre el molde, se retira el punzón y se debe apoyar el molde sobre dos superficies paralelas las cuales se encuentren a una distancia suficiente para que se pueda expulsar la muestra de aserrín (figura 0.3), se vuelve a introducir el punzón y se carga para que este expulse la pieza por la parte inferior del buje (figura 0.4). Una vez expulsada la muestra (figura 0.5), se obtiene la densidad de esta, atreves del cociente entre su masa y volumen

Figura 0.3

Figura 0.4

Figura 0.5

Determinación de esfuerzo de compactación

Como parámetro de referencia para los ensayos de compactación se utilizaran los resultados obtenidos anteriormente en la prensa del taller metalmecánico ubicado en la casa central. Los

resultados anteriores mostraron que el esfuerzo de compactación se encuentra entre los 100-150 MPa. En el laboratorio se realizaron 12 ensayos, donde se aplicaron desde 12 a 21 toneladas. Los resultados se pueden apreciar en la tabla 0.3

N° ensayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12
Diámetro (mm)	41.1	41.2	41.05	41	41.1	41	41.15	41.1	41	41
Altura comprimida (mm)	21.4	21.35	20.95	20.2	20.3	20.7	19.6	19.8	19.85	19.15
Masa final (g)	27.6	27.7	27.7	27.4	27.5	28.7	27.1	27.7	27.6	27.3
Carga (ton)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Densidad (kg/m^3)	972	973	999	1027	1021	1050	1039	1054	1053	1079
Esfuerzo de compresión (MPa)	93.58	101.3	109.1	116.9	124.7	132.5	140.3	148.1	155.9	163.7

TABLA 0.3

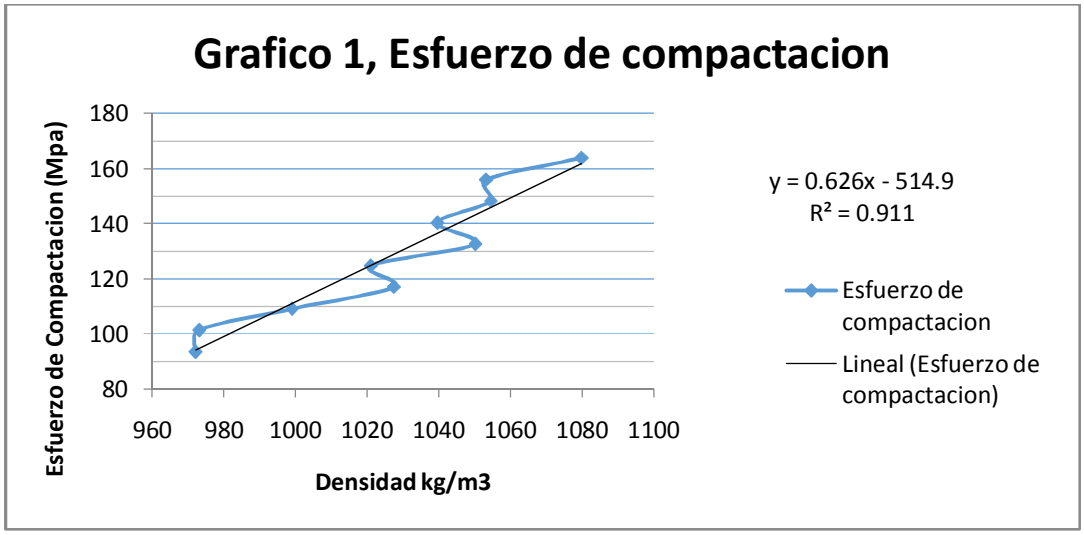


Grafico 0.1

Determinación de esfuerzo de pre compresión.

Siguiendo la metodología utilizada en el ensayo anterior, se realizaron tres pruebas para determinar el esfuerzo necesario para pre compactar el material y dejarlo con una densidad de 840 kg/m^3. Los resultados se muestran en la tabla 0.4

N° ensayo	1	2	3
Diámetro (mm)	41.2	41.4	41.1
Altura comprimida (mm)	23.6	23.6	23.6
Masa final (g)	26.8	26.7	28.2
Carga (ton)	2.32	2.03	2.36
Densidad (kg/m^3)	851.79	840.44	900.66
Esfuerzo de compresión (MPa)	17.05	14.77	17.43

TABLA 0.4

Determinación de densidad a bajos esfuerzos de compresión.

En el caso que el equipo requiera trabajar con distintas presiones, baja presión al acercar los actuadores al material a compactar, y alta presión al realizar la compresión total del material, se hace indispensable conocer en qué punto del proceso se pasara de una presión a otra, por lo que es necesario realizar ensayos con un rango mucho menor de esfuerzo. Con este fin ,se realizaron pruebas para determinar la densidad del material al aplicar distintas presiones 30, 50 y 70 bar. La metodología utilizada es similar a la anterior, salvo que las dimensiones de la muestra se miden con esta dentro del molde, se ingresa el material al molde, luego se introduce el punzo, para posteriormente aplicar carga hasta llegar a la magnitud especifica, y luego sin dejar de aplicar la carga, se mide el largo del punzón que se encuentra fuera del molde, para así poder calcular la altura de la muestra, esto para evitar que la muestra se expanda al dejar de aplicar la carga. Posteriormente se retira la carga y se procede a realizar el mismo método de extracción de la muestra utilizado anteriormente, para luego pesar las muestras y obtener la masa específica de cada una. Para el cálculo del volumen, se utilizara el mismo diámetro que posee el molde.

Los resultados del ensayo se muestran en la siguiente tabla

N° ensayo	1	2	3
Diámetro (mm)	40	40	40
Altura comprimida (mm)	48	35.5	28
Masa final (g)	27.2	28.7	27.6
Carga (ton)	0.385	0.640	0.900
Esfuerzo teórico (bar)	30	50	70
Densidad (kg/m^3)	450.93	643.34	784.40
Esfuerzo de compresión (MPa)	3.00	4.99	7.01

Conclusiones

Como se puede ver en la tabla 0.3 , el diámetro de las briquetas prácticamente no varía al incrementar la carga, no así el caso de la altura, ya que si bien existe una tendencia a que la altura de la briqueta baje en función de la densidad, existen ensayos como el N°6, donde la altura es considerablemente mayor a la de los ensayos N° 4,5,7 y 8. Esto puede ser debido a que al momento de cargar el material, este no era pesado previamente, sino que se introducía hasta que el material llegase a un límite demarcado en el molde (110mm), por lo que no todos los ensayos tuvieron exactamente la misma cantidad de material, no obstante, al pesar las muestras después del ensayo, se logro controlar la masa de las briquetas, por lo que esto no debiese afectar de mayor manera los resultados del ensayo.

Luego de analizar los datos del grafico 2, se puede concluir que la presión mínima necesaria para compactar el aserrín hasta lograr una densidad de 1000 kg/m^3 es de 111.1 MPa. De manera análoga, utilizando la ecuación resultante de la regresión cuadrática, se determina el esfuerzo de pre compresión en 14.7 MPa.

Analizando todos los ensayos realizados, se puede ver claramente en el grafico 2, que existe una relación exponencial entre el esfuerzo de compresión y la densidad de la briqueta. Teniendo en cuenta lo anterior, están presentes todos los datos necesarios para realizar un correcto dimensionamiento de los cilindros de compresión de la maquina briqueteadora a diseñar.

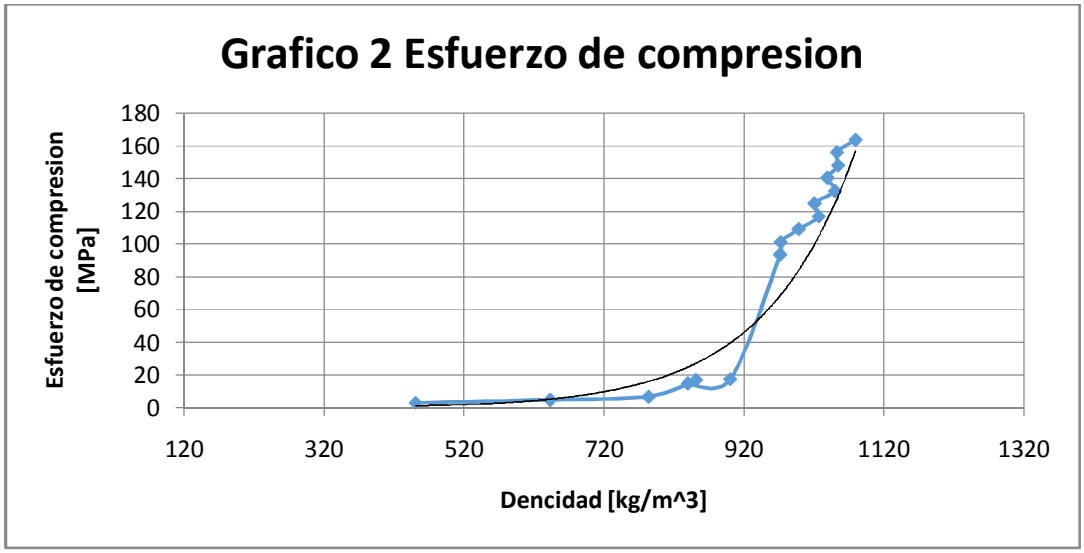


Grafico 2 Esfuerzo de compresion
Esfuerzo de compresion [MPa]
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
120
320
520
720
920
1120
1320
Dencidad [kg/m^3]

ANEXO B

Catalogo componentes

Cilindros Hidráulicos

GLUAL HIDRAULICA

KD

ISO 6022

Designación cilindro KD

KD ✳ - 63 / 45 / 45 x 200 - A 3 0 1 - G - F - 1 - 20

TIPO

Nº SERIE

POSICION DE CONEXION

Visto por lado vástago

1 = Standard

DETECTOR INDUCTIVO

X = Ambos lados

Y = Delantero

Z = Trasero

PISTON Ø

VASTAGO Ø

VASTAGO Ø (DOBLE VASTAGO)

CARRERA

TIPO VASTAGO

F = Cromado duro

C = Niquelado y cromado duro

I = Inox. AISI 431 cromado duro

A = 42 Cr Mo 4 v cromado duro

T = Templado y cromado duro

TIPO FIJACION

A MF3 = Brida delantera

B MF4 = Brida trasera

D MP3 = Charnela macho

E MS2 = Fijación por patas

L MT4 = Muñones intermedios

S MP5 = Charnela con rótula

CONEXIONES, ver página 105

G = BSP - Gas - ISO 228/1

M = Métrica

S = ISO/DIS 6162.2

N = NPT

U = UNF-2B

V = BSP - Gas - ISO 228/1

W = Métrica

X = ISO/DIS 6162.2

Y = NPT

Z = UNF-2B

AMORTIGUACION

0 = Sin amortiguación

1 = Solamente trasera

2 = Solamente delantera

3 = Delantera y trasera

JUNTAS

Para aceite mineral - DIN 51524 HL, HLP

1 Sistema standard de juntas

3 Empaquetaduras

4 Servo calidad/baja fricción

Para Ester fosfórico HFD-R

2 Servo calidad/baja fricción/viton

6 Sistema standard de juntas/viton

5 Empaquetaduras/viton

DISTANCIADOR (1)

0 = 0 mm. para carrera de 0-1000 mm.

2 = 50 mm. para carrera de 1001-1500 mm.

4 = 100 mm. para carrera de 1501-2000 mm.

6 = 150 mm. para carrera de 2001-2500 mm.

8 = 200 mm. para carrera de 2501-3000 mm.

Designación juntas de repuesto

G 1 - KD - 63 / 45 / 45 - 20

Tipo de junta (ver parte superior)

(1) Se aumenta la longitud del cilindro

85

Cilindros A y D

GLUAL HIDRAULICA

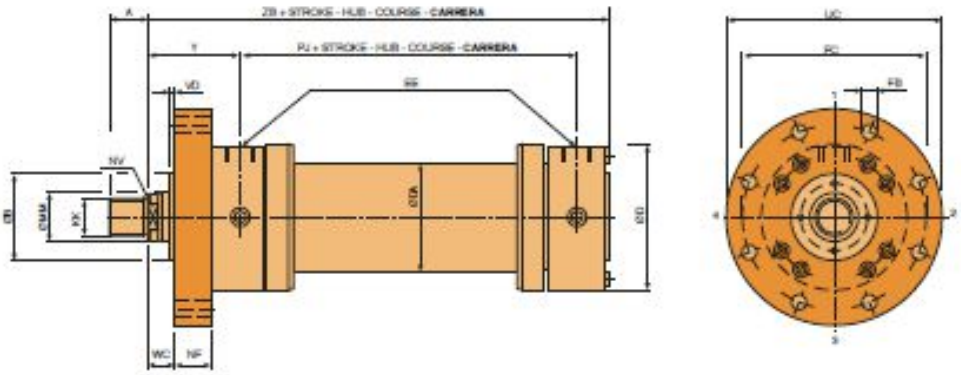
KD ISO 6022

A

ISO MF 3

Round front flange mounting
Rundflansch am Zylinderkopf
Bride ronde avant
BRIDA DELANTERA

Nominal pressure / Nominal pressure / Pression nominal: 250 bar



Location of cushioning-screw, side 2 * Lage der Dämpfungsschrauben, Seite 2 * Position des vis de réglage d'amortissement, face 2 * **Posición regulador amortiguación, lado 2**

	50		63		80		100		125		140		160		180		200		250		320	
MM	**32**	**36**	**40**	**45**	**50**	**56**	**63**	**70**	**80**	**90**	**90**	**100**	**100**	**110**	**110**	**125**	**125**	**140**	**160**	**180**	**200**	**220**
A	36		45		56		63		85		90		95		105		112		125		160	
B ø	63		75		90		110		132		145		160		185		200		250		320	
D	102		120		145		170		206		226		265		292		306		412		500	
DA	65		78		100		120		150		170		190		210		230		298,5		385	
EE	1/2"G		3/4"G		3/4"G		1"G		1"G		1 1/4"G		1 1/4"G		1 1/4"G		1 1/4"G		1 1/2"G		2"G	
FB ø13	8x13,5ø		8x13,5ø		8x17,5ø		8x22ø		8x22ø		8x26ø		8x26ø		8x33ø		8x33ø		8x39ø		8x45ø	
FC ø12	132		150		180		212		250		280		315		350		385		475		600	
KK	M 27x2		M 33x2		M 42x2		M 48x2		M 64x3		M 72x3		M 80x3		M 90x3		M 100x3		M 125x4		M 160x4	
NF	25		28		32		36		40		40		45		50		56		63		80	
NV	27	30	32	36	41	46	50	60	65	75	75	85	85	95	95	110	110	120	140	160	180	200
PJ	120		133		155		171		205		219		235		264		278		325		350	
UC	155		175		210		250		290		325		360		405		440		540		675	
VD	4		4		4		5		5		5		5		5		5		8		8	
WC	22		25		28		32		36		36		40		45		45		50		56	
Y	98		112		120		134		153		166		185		194		220		260		310	
ZB	244		274		305		340		396		431		467		510		550		652		764	

98

Cilindros B y C

GLUAL HIDRAULICA

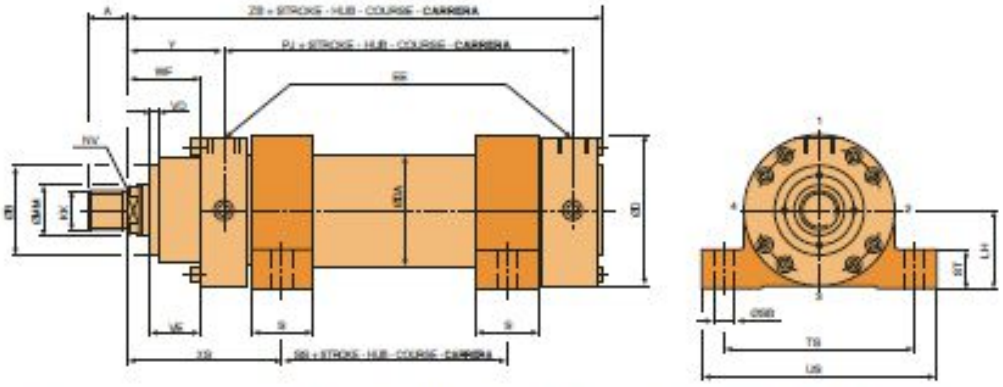
KD ISO 6022

E

ISO MS 2

Foot mounting
Fussbefestigung
Fixation par pattes
FIJACIÓN POR PATAS

Nominal pressure / Nominal Pressure / Pression nominal / Presión nominal: 250 bar



Location of cushioning screws, side 2 * Lage der Dämpfungsschrauben, Seite 2 * Position des vis de réglage d'amortissement, face 2 * Posición regulador amortiguación, lado 2

	50	63	80	100	125	140	160	180	200	250	320
MM	32 36	40 45	50 56	63 70	80 90	90 100	100 110	110 125	125 140	160 180	200 220
A	36	45	56	63	85	90	95	105	112	125	160
B	63	75	90	110	132	145	160	185	200	250	320
D	102	120	145	170	206	226	265	292	306	412	500
DA	65	78	100	120	150	170	190	210	230	298,5	385
EE	1/2"G	3/4"G	3/4"G	1"G	1"G	1 1/4"G	1 1/4"G	1 1/4"G	1 1/4"G	1 1/2"G	2"G
KK	M 27x2	M 33x2	M 42x2	M 48x2	M 64x3	M 72x3	M 80x3	M 90x3	M 100x3	M 125x4	M 160x4
LH	55	65	75	90	105	115	135	150	160	215	260
NV	27 30	32 36	41 46	50 60	65 75	75 85	85 95	95 110	110 120	140 160	180 200
PJ	120	133	155	171	205	219	235	264	278	325	350
S	35	40	50	60	70	85	105	115	125	100	120
SB	11	13,5	17,5	22	26	30	33	40	40	52	62
SS	45	49	52	61	75	70	65	69	73	120	120
ST	37	42	47	57	67	72	77	92	97	112	152
TS	130	150	180	210	255	290	330	360	385	520	620
US	155	180	220	255	305	350	400	440	465	620	740
VD	4	4	4	5	5	5	5	5	5	8	8
VE	29	32	36	41	45	45	50	55	61	71	88
WF	47	53	60	68	76	76	85	95	101	113	136
XS	135,5	154	171,5	189	218	240,5	270	291,5	322,5	360	425
Y	98	112	120	134	153	166	185	194	220	260	310
ZB	244	274	305	340	396	431	467	510	550	652	764
Min. Stroke / Min. Hub / Course min. / carrera min.	-	-	2	3	-	19	44	50	56	-	-

101

Válvula limitadora de presión

SystemStak™ Pilot Operated Relief Valves

DGMC/DGMC2
General Description

These two-stage valves limit system pressure by directing flow to tank or the opposite cylinder port (A-B/B-A crossport types) when system pressure reaches the valve setting.

Pressure control may be obtained in "A", "B", "A" and "B", or "P" port, and pilot flow may be internally or externally drained, depending on model type. Any pressure in the line to which these valves are drained is additive to the valve pressure setting.

The valve pressure setting is adjustable by means of either an adjusting screw and locknut, a hand-knob adjuster, or a micrometer knob with keylock. External remote control/vent connections are available on all models except crossport relief. If required on crossport models, contact your Eaton representative.

Model Code

DGMC - (2) - 5 - * * - * * - (E) - (B) (A) - * * - (E) - (RC) - (*) - 30

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

1 Valve function
Manifold or subplate mounted pressure relief valve.

2 Valve type
2 – Dual relief cavities
Blank – Single relief

3 Interface
5 – ISO 4401-AC-05-4-A, CETOP RP35H ANSI/NFPA D05

4 Port operated upon
A – "A" cylinder port (single, dual or crossport types)
B – "B" cylinder port (single type only)
P – Pressure port (single type only)

5 Port drained into
A – "A" cylinder port
B – "B" cylinder port (crossport type only)
T – Tank port (single or dual types)

6 Pressure range
A – 4 to 50 bar (60 to 725 psi)
B – 4 to 100 bar (60 to 1450 psi)
F – 4 to 200 bar (60 to 2900 psi)
G – 4 to 315 bar (60 to 4500 psi)

7 Adjustment device
H – Knob adjuster
K – Micrometer knob with keylock
W – Screw with locknut

8 External drain
E – External drain
Omit for internal drain models.

9 P port acted upon
B – "B" cylinder port (dual or crossport type) Omit for single type.

10 Port drained into
A – "A" cylinder port (crossport type only)
T – Tank port (dual type only)

11 Pressure range
Omit for single type.
A – 4 to 50 bar (60 to 725 psi)
B – 4 to 100 bar (60 to 1450 psi)
F – 4 to 200 bar (60 to 2900 psi)
G – 4 to 315 bar (60 to 4500 psi)

12 Adjustment device
Omit for single relief models.
H – Knob adjuster
K – Micrometer knob with keylock
W – Screw with locknut

13 External drain
E – External drain same as position 8
Omit for single relief models.

14 Remote control port
RC – Remote control port
Not available on crossport models.

15 Gage port & thread type
Gage port for P-T models only; optional remote control (RC) and external drain (E) ports as applicable.
Omit for crossport models
B – G 1/8" (1/8" BSPF)
S – SAE-4 O-ring boss port (0.4375-20 UNF-2B thread)

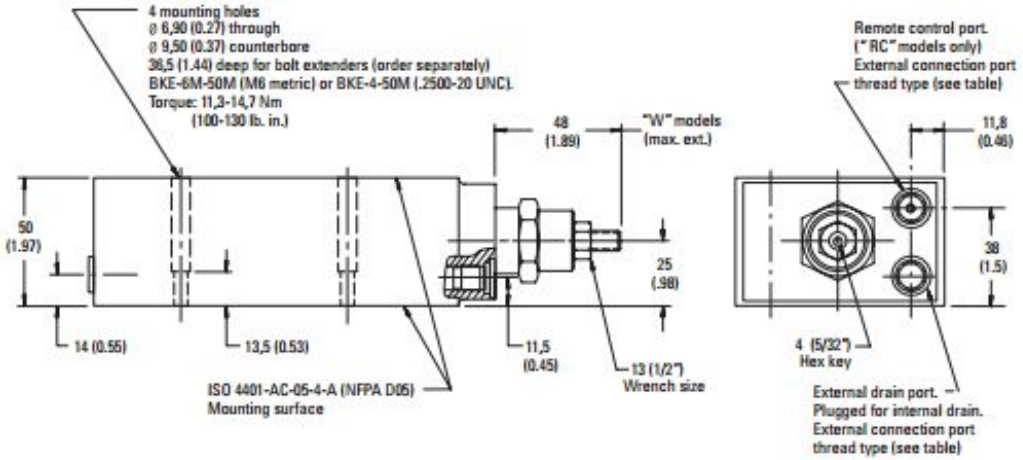
16 Design number - 30 series
Subject to change. Installation dimensions unaltered for design numbers 30 to 39 inclusive.

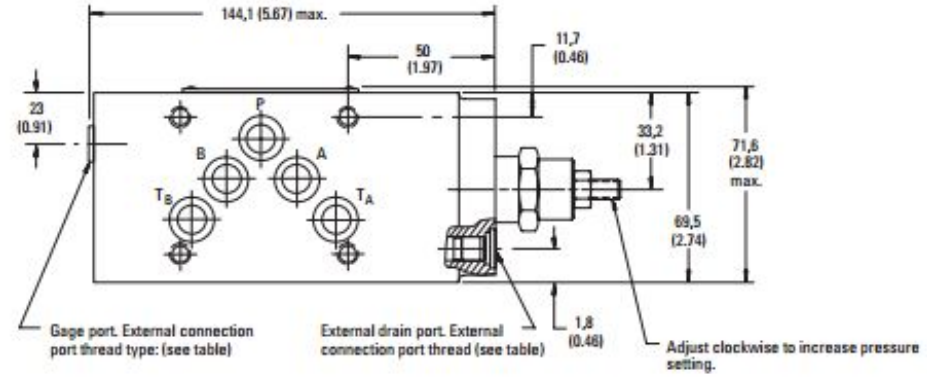
N

Válvula limitadora de presión

DGMC-5-PT Single Relief
mm (inches)

See page 37 for optional adjustment devices.
See page 38 for interface dimensions.





N

External connection port threads
"S" models - SAE-4 O-ring boss port
(0.4375-20 UNF-2B thread).
"B" models - G 1/8 (1/8 BSPF)

Note: Back pressure in drain is added to this setting for internal drain models only.

Válvula reguladora de caudal

SystemStak™ Flow Control Valves

DGMFN
General Description

These valves are adjustable, non-compensated flow restrictors. An integral check valve around the regulating orifice allows free flow in one direction and metered flow in the other.

Control is available in "A" only, "B" only, and "A" and "B" ports as an "X" type (meter-in) or "Y" type (meter-out).

The "P" port is available only in the "X" type (meter-in) and does not contain a reverse flow check.

The valve flow setting is adjustable by means of either a hex key adjusting screw and locknut, a hand-adjust knob, or a micrometer knob with keylock.

A normal or fine metering capability is available. See the pressure drop curves on page 26 for detailed performance difference.

Model Code

DGMFN - 5 - * - * * * - B * * - 30

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

(1) Valve function

Manifold or subplate mounted flow control valve.

(2) Interface

5 – ISO 4401-AC-05-4-A, CETOP 5 Size 5 RP35H ANSI/NFPA D05

(3) Direction of flow

X – Meter-in
Y – Meter-out

(4) Port operated upon

A – Cylinder port "A" (single or dual type)
B – Cylinder port "B" (single type only)
P – Pressure port (single type only)

(5) Adjustment range

1 – Fine control
2 – Normal control

(6) Adjustment device

H – Knob adjuster
K – Micrometer knob with keylock
W – Screw with locknut

(7) Port operated upon: second function

(Omit for single flow control models.)
B – B cylinder port (Dual type)

(8) Adjustment range: second function

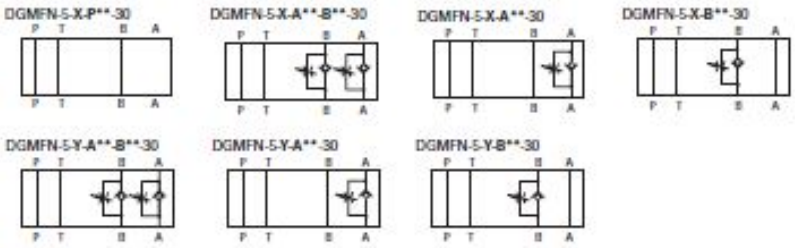
(Omit for single flow control models.)
1 – Fine control
2 – Normal control

(9) Adjustment device: second function

(Omit for single flow control models.)
H – Knob adjuster
K – Micrometer knob with keylock
W – Screw with locknut

(10) Design number - 30 series

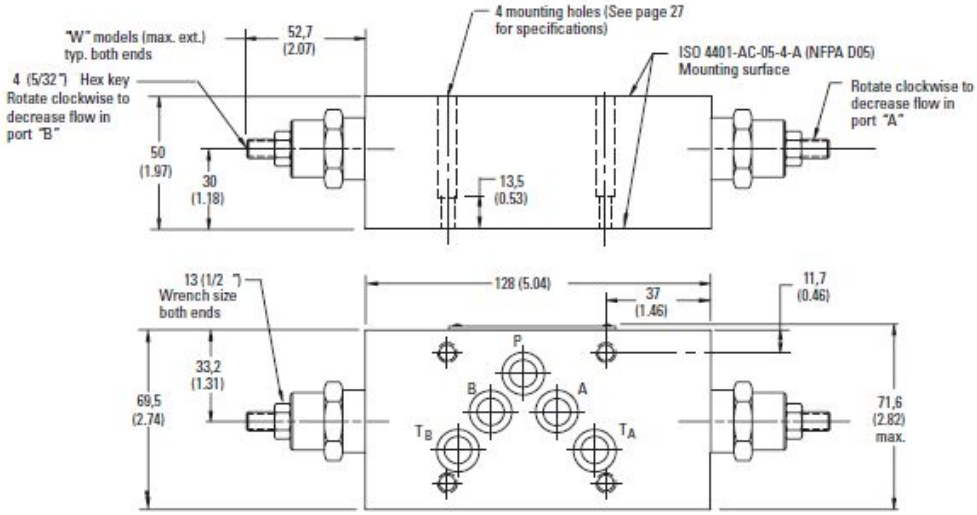
Subject to change. Installation dimensions unaltered for design numbers 30 to 39 inclusive.



Válvula reguladora de caudal

Installation Dimensions

DGMFN-5-Y Dual Flow Control
mm (inches)



See page 37 for optional adjustment devices.
See page 38 for interface dimensions.

Válvula direccional

Model code

F* - DG4V4-01 - ** - *(L) - (Z) - (V)M - (S*) - ** - * - * - (L) - ** - *(L) - * - 1* - S*****

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

1 Special seals
Omit if not required.

F3	Seals for fire retardant fluids
F6	Seals for water glycol

2 Motor power (sizes)

DG4V4-01	Subplate mounting; solenoid operated. Pressure rating 315 bar (4570 psi) for ports P, A & B.

3 Spool type

0	Open center (all ports))
1	Open center (P to A & T) B blocked
2	Closed center (all ports)
3	Open center (P & B blocked) A to T
6	Closed center (P blocked) A & B to T
7	Open center (P to A & B) T blocked
8	Tandem center (P to T) open crossover
11	Open center (P to B & T) A blocked
22	Closed center (two way)
31	Closed center (P & A blocked) B to T
33	Closed center, bleed A & B to T

4 Spool/Spring arrangement

A	Spring offset, end-to-end
B	Spring offset, end to center
C	Spring centered
N	No spring detented

5 Left hand build
Omit if not required.

L	Omit for right hand build

6 Manual override options
Omit if serviceable.

Z	No manual override

7 Solenoid energization identity

V	Solenoid "A" is at port "A" end/or solenoid "B" is at port "B" end, independent of spool type. Omit for U.S. ANSI B93.9 standard requiring solenoid "A" energization to connect P to A and/ or solenoid "B" to connect P to B, independent of solenoid location.

8 Flag symbol

M	Electrical options and features

9 Spool indicator switch

S3	Switch, wired normally open
S4	Switch, wired normally closed

10 Coil type
Omit for plug-in.

U	ISO 4400 (DIN 43650) mounting+
U1	Connector fitted
U6	Connector fitted with lights
KUPM4L	Integral M12, 4-Pin connector refer to pages 14 - 16 for more information.
◆	Female connector to be supplied by customer.

11 Junction box with electrical connectors

PA	Insta-plug male receptacle only
PB	Insta-plug male & female receptacle
PA3	Three pin connector
PA5	Five pin connector
PA4	Mini connector

12 Junction box threads

G	G½ BSP thread wiring housing
J	20 mm thread wiring housing
W	1/2" NPT thread wiring housing

Válvula direccional

Model code continued

F* - DG4V4-01 - ** - *(L) - (Z) - (V)M - (S*) - ** - *** - * - (L) - ** - *(L) - * - 1* - S***

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

13 Solenoid indicator lights
Omit if not required.

L	Lights fitted

14 Coil rating (Standard power)
Omit for low power

A	110V AC 50 Hz
B	110V AC 50 Hz/120V AC 60 Hz
C	220V AC 50 Hz
D	220V AC 50 Hz/240V AC 60 Hz
DP	125V DC
ED	240V AC 50 Hz
G	12V DC
H	24V DC
NN	24V AC 50 Hz
OJ	48V DC
X	250V DC

15 Coil rating (Low power)*
Omit for standard power.

AL	110V AC 50 Hz
BL	110V AC 50 Hz/120V AC 60 Hz
CL	220V AC 50 Hz
DL	220V AC 50 Hz/240V AC 60 Hz
DML	80V DC
EDL	240V AC 50 Hz
NNL	24V AC 50 Hz
NVL	24V AC 60 Hz
PL	110V DC
XL	250V DC

*F6 seals not available with DC low power voltages.

16 Port T code

4	70 bar (1000 psi) (Low power)
5	120 bar (1750 psi) (Standard power)

17 Design number

Subject to change, installation dimensions remain as shown for design numbers 10 through 19.

18 Special features

S	Special suffix

Válvula Check

SystemStak™ Direct Check Valves

DGMDC
General Description

These SystemStak valves are self-operating, spring loaded, poppet type single or dual check units.

Location of the check element can be in the "A", "B", "P" or "T" port.

A check in the "P" port is available as a "Y" single check model only.

A check in the "T" port is available as an "X" single check model only.

The dual check unit has identical check elements in both the "A" and "B" ports.

Check valve cracking (opening) pressures of 1 bar (15 psi), 2,5 bar (35 psi) and 5 bar (75 psi) are available.

Model Code

DGMDC - 5 - * - * * - (B) (*) - 30

1 2 3 4 5 6 7 8

1 Valve function

Manifold or subplate mounted check valve.

2 Interface

5 – ISO 4401-AC-05-4-A, CETOP RP35H, Size 5 ANSI/NFPA D05

3 Direction of flow

X – Free flow from actuator (load)
Y – Free flow to actuator (load)

4 Check location

A – Check in cylinder port "A" ("Y" models only)
B – Check in cylinder port "B" ("Y" models only)
P – Check in pressure port "P" ("Y" models only)
T – Check in tank port "TA" ("X" models only)

5 Cracking pressure

K – 1,0 bar (15 psi)
M – 2,5 bar (35 psi)
N – 5,0 bar (75 psi)

6 Check location: second function

Omit for single check models.
B – Check in cylinder port "B" (dual check models only)

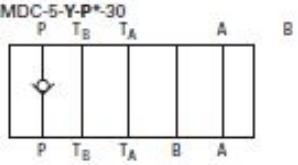
7 Cracking pressure: second function

Omit for single check models.
K – 1,0 bar (15 psi)
M – 2,5 bar (35 psi)
N – 5,0 bar (75 psi)

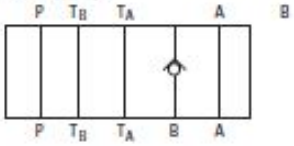
8 Design number - 30 series

Subject to change. Installation dimensions unaltered for design numbers 30 to 39 inclusive.

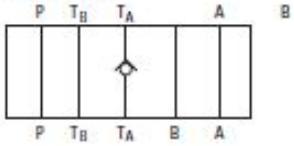
DGMDC-5-Y-P*-30



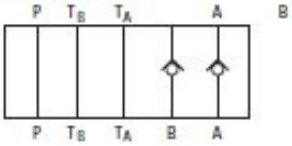
DGMDC-5-Y-B*-30



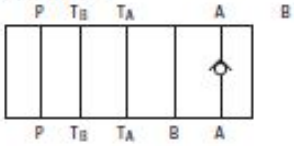
DGMDC-5-X-T*-30



DGMDC-5-Y-A*-B*-30



DGMDC-5-Y-A*-30

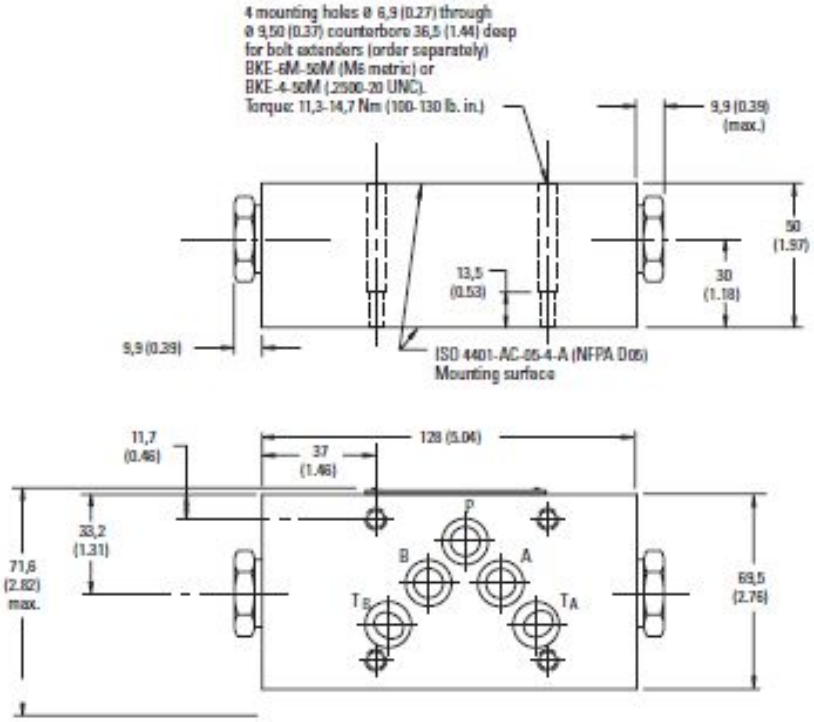


N

Válvula Check

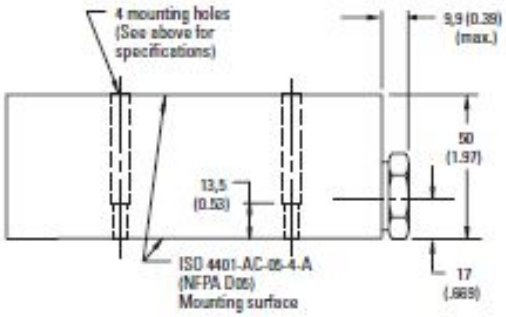
Installation Dimensions

DGMDC-5-Y-A*-B*-30
Dual Direct Check Valve
mm (inches)

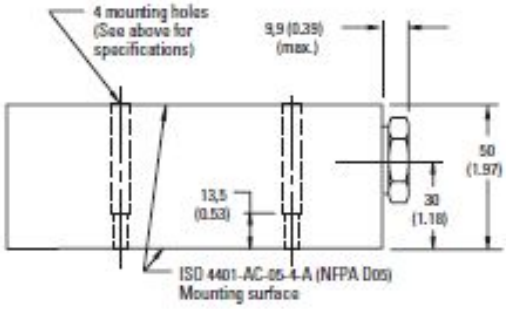


See page 38 for interface dimensions.

DGMDC-5-Y-P*-30
Single Direct Check Valve



DGMDC-5-X-T*-30
Single Direct Check Valve



N

Aceite hidráulico

ESSO
Lubricantes

Nuto H

Valores Tipicos

Parámetro		Unidades	Valores			
GRADO de Viscosidad ISO			32	46	68	100
Viscosidad Cinemática @ 40 °C		(cSt)	30.1	40.5	69.4	93.8
Indice de Viscosidad			103	102	100	98
Punto de Fluidez o Escurrimiento		(°C)	-33	-21	-18	-18
Punto de Chispa o Inflamación		(°C)	220	230	254	260
Corrosión al Cobre, ASTM D 130			1 A	1 A	1 A	1 A
Contenido de Zinc, ASTM D 4951		(% peso)	0.043	0.044	0.043	0.042
Espuma, ASTM D 892						
Sequencia 1	Tendencia	(ml)	0	0	0	0
	Estabilidad	(ml)	0	0	0	0

Los valores indicados son representativos de los obtenidos en producción; NO constituyen una especificación. En todos los casos puede haber un pequeño margen de variación.

SALUD Y SEGURIDAD:

Basados en la información disponible, éste producto no debe producir efectos adversos a la salud cuando sea utilizado en la aplicación sugerida y se sigan las recomendaciones que aparecen en la Hoja de Datos de Manejo y Salubridad.

Las Hojas de Datos de Manejo y Salubridad están disponibles bajo solicitud a través de su oficina de ventas más cercana o por internet en el http://www.exxonmobil.com.

Este producto no debe ser utilizado en algo diferente a lo recomendado.

Al disponer del producto usado, asegúrese de proteger el ambiente.

Fecha de actualización: enero de 2007

Filtro

Return Line Filters

OFR30 Series

Flows to 115 L/min (30 USgpm)
Pressures to 40 bar (600 psi)

Features and Benefits

- OFR-30 conforms to HF3 specifications
- Flows to 115 L/min (30 USgpm)
- Visual indicator is standard
- Electrical indicator also available
- Bypass valve is standard
- Replacement elements available in C-Pak

DESIGN SPECIFICATIONS

Rated flow:		115 L/min (30 US gpm)
Fluid compatibility:		Compatible with most petroleum oil, oil-in-water and water-in-oil fluids.
Temp range:		-40°C to +107°C (- 40°F to +225°F)
Pressure rating:	Operating	40 bar (600 psi)
Bypass setting:		1.7 bar (25 psi)
Material:	Head Bowl	Die cast aluminum Carbon steel
Dry weight: (Approximate)		5,4 kg (12lbs)

OFR30 Series Filter and Element Model Code

Sample model code:

OFR30SBC03M30

OFR 30 • • • •• • 30

1 2 3 4 5 6 7 8

1 Filter Type - OFR

2 Flow Capacity

30 - 115 L/min (30 USgpm)

3 Port Options

B - G1 (formerly 1" BSPF) thread
F - 1" SAE 4-bolt flange Code 61
S - 1.3125-12 UN SAE-16 straight thread 1" O.D. tube

4 Seal Material

B - Buna
V - Viton

5 Element Construction

C - C-Pak (code 03, 05 10, 20)
X - no element

6 Fluid Cleanliness Rating

Code	Target Fluid cleanliness level
03	16/14/12
05	18/16/14
10	20/18/15
20	22/19/16
XX	no element

7 Delta Indicator Options

M - Mechanical 1.7 bar (25psi)
E - Electrical 1.7 bar (25psi)

8 Design

30 - Standard Design

Mangueras

Hypress — High-medium pressure — M.M.M.

TFD0021 **EN 853 2SN - DIN 20022 - exceed SAE 100 R2T** **D02N**

Applicazioni:
Tubo 2 treccie per applicazione alte - medie pressioni - Elevata resistenza all'ozono.

Application:
Two hose braid for high - medium pressure lines - Superior ozone resistance.

Specifiche applicabili/Applicable specs.:
DIN EN 853 2SN - DIN 20022
exceed SAE 100 R2T
Omologazioni/Type Approval:
GOST

Tubo interno: Gomma sintetica NBR, estrusa senza giunzioni e di spessore uniforme.

Internal hose: *NBR,Synthetic rubber, extruded whole without joints, of uniform thickness.*

Rinforzo: 2 treccie in acciaio ad alta resistenza.

Reinforcement: *two high tensile steel wire braids.*

Copertura esterna: Gomma sintetica NBR/PVC antiabrasiva resistente agli oli, carburanti ed agenti atmosferici.

External covering: *NBR/PVC Anti-abrasive synthetic rubber, resistant to oils, fuels and atmospheric conditions.*

Fluidi raccomandati:
Fluidi idraulici derivati dal petrolio, emulsioni acqua-glicole,lubrificanti.

Recommended fluid:
Hydraulic fluid ptroleum based, glicol-water based, lubrificant.

Temperatura di esercizio:
da -40 a +100°C
120° intermittente

Operating temperature range:
from -40 to +100°C
120° intermittent

part number	ID		size	OD	Max WP		Min BP		Min BR		Weight (approx)	
	in	mm		mm	bar	psi	bar	psi	mm	inch	Kg/m	lb/ft
TFD0021-03	3/16"	4,8	03	13,5	415	6018	1650	23925	90	3,543	0,289	0,194
TFD0021-04	1/4"	6,4	04	15,0	400	5800	1600	23200	100	3,937	0,376	0,253
TFD0021-05	5/16"	8,0	05	16,6	350	5075	1400	20300	115	4,528	0,412	0,277
TFD0021-06	3/8"	9,5	06	19,0	330	4785	1320	19140	130	5,118	0,519	0,349
TFD0021-08	1/2"	12,7	08	22,2	275	3988	1100	15950	180	7,087	0,630	0,423
TFD0021-10	5/8"	16,0	10	25,4	250	3625	1000	14500	200	7,874	0,780	0,524
TFD0021-12	3/4"	19,0	12	29,3	215	3118	850	12325	240	9,449	0,959	0,644
TFD0021-16	1 "	25,4	16	38,1	165	2393	650	9425	300	11,811	1,409	0,947
TFD0021-20	1.1/4"	31,8	20	48,3	125	1813	500	7250	420	16,535	2,059	1,384
TFD0021-24	1.1/2"	38,1	24	54,6	90	1305	360	5220	500	19,685	2,385	1,603
TFD0021-32	2 "	50,8	32	66,9	80	1160	320	4640	630	24,803	3,050	2,050
TFD0021-40	2.1/2"	63,5	40	79,6	70	1015	280	4060	750	29,528	3,590	2,412
TFD0021-48	3"	76,2	48	91,5	40	580	160	2320	880	34,646	3,180	2,137

CARATTERISTICHE: Tubo NO-SKIVE - Pressioni di scoppio superiori alla norma - Prestazioni impulsi doppie rispetto alla normativa EN - Elevata resistenza all'abrasione, all'Ozono e agli agenti atmosferici
FEATURE: No skive hose - Exceed EN specification - Impulse tested up to double EN requirements - High abrasion resistance - High Ozone resistance

Manómetro

Economy Gauge, Lead Free Economy Gauge

PEM, PEM-LF

Economy

Description & Features:

- Most economical, all-purpose pressure gauge
- 1.5" (40mm) to 4" (100mm) sizes
- Friction bezel rings
- Black steel case
- Brass or lead free brass wetted parts
- ±3-2-3% accuracy
- ASME B40.100 compliant
- CRN registered
- 5 year warranty

Applications:

- Plumbing, heating, air conditioning, pneumatic, hydraulic, water tanks, air compressors, OEM

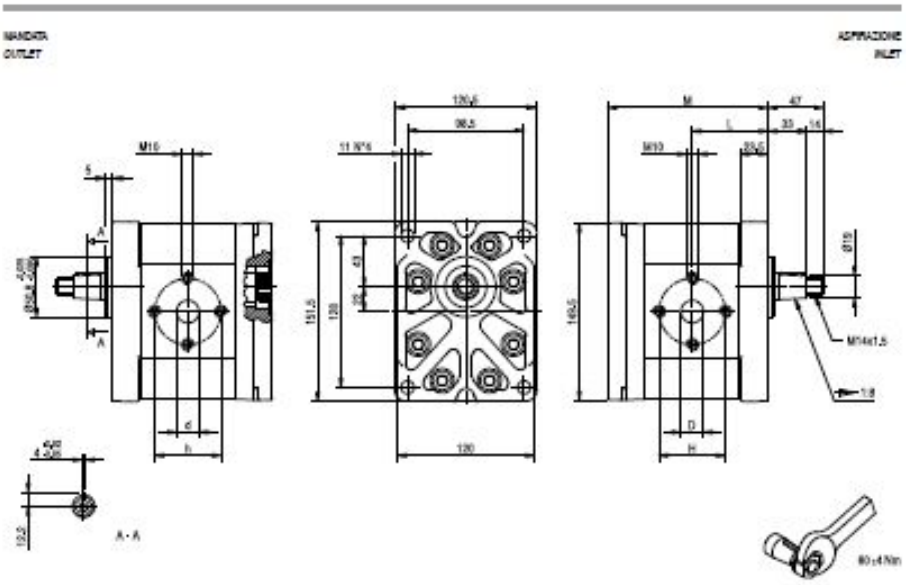
Specifications	
Dial	1.5" (40mm), 2" (50mm), 2.5" (63mm), 4" (100mm) white aluminum with black and red markings
Case	Steel, painted black (plastic available)
Lens	1.5" (40mm), 2" (50mm), 2.5" (63mm): Acrylic 4" (100mm): Glass
Ring	1.5" (40mm), 2" (50mm): Steel, painted black 2.5" (63mm), 4" (100mm): Steel, chrome plated
Socket	PEM: Brass PEM-LF: Lead free brass
Connection	1/8" NPT or 1/4" NPT standard
Bourdon Tube	PEM: Phosphor bronze PEM-LF: Lead free phosphor bronze
Movement	Brass
Pointer	Aluminum, black
Welding	Silver alloy
Over-pressure Limit	25% of full scale value
Working Pressure	Maximum 75% of full scale value
Ambient/Process Temperature	-40°F to 150°F (-40°C to 65°C)
Accuracy	±3-2-3% ANSI/ASME Grade B
Enclosure Rating	IP52

Bomba baja presión

ALPA3

Parti accessorie a corredo della pompa standard: linguetta a disco (codice 522058), dado M14x1.5 (codice 523017), rosetta elastica spaccata (codice 523006). Parte standard: filetti M10 profondità utile 19 mm.

Accessories supplied with the standard pump: woodruff key (code 522058), M14x1.5 exagonal nut (code 523017), washer (code 523006). Standard parts: M10 threads depth 19 mm.



TIPO TYPE	CILINDRATA DISPLACEMENT	PORTATA a 1500 giri/min FLOW at 1500 rev/min	PRESSIONI MASSIME MAX PRESSURE			VELOCITÀ MASSIMA MAX SPEED	DIMENSIONI DIMENSIONS					
			P_1	P_2	P_3		L	M	d	D	h	H
	cm³/giro (cm³/rev)	lit/min (litres/min)	bar	bar	bar	giri/min (rpm)	mm	mm	mm	mm	mm	mm
ALPA3D-30	20	29	230	250	270	3500	64	135,5	19	27	56	56
ALPA3D-33	22	31	230	250	270	3500	64,5	136,5	19	27	56	56
ALPA3D-40	26	37	230	250	270	3000	66	139,5	19	27	56	56
ALPA3D-50	33	48	230	250	270	3000	68,5	144,5	19	27	56	56
ALPA3D-60	39	56	220	240	260	3000	70,5	148,5	19	27	56	56
ALPA3D-66	44	62	210	230	250	2800	72	151,5	27	27	51	51
ALPA3D-80	52	74	200	215	230	2400	75	157,5	27	27	56	56
ALPA3D-94	61	87	190	205	220	2800	78	163,5	27	33	51	62
ALPA3D-110	71	101	170	185	200	2500	81,5	170,5	27	33	51	62
ALPA3D-120	78	112	160	175	190	2300	84	175,5	27	33	51	62
ALPA3D-135	87	124	140	155	170	2000	87	181,5	27	33	51	62

Bomba Alta presión

MARZOCCHI POMPE
HIGH PRESSURE GEAR PUMPS

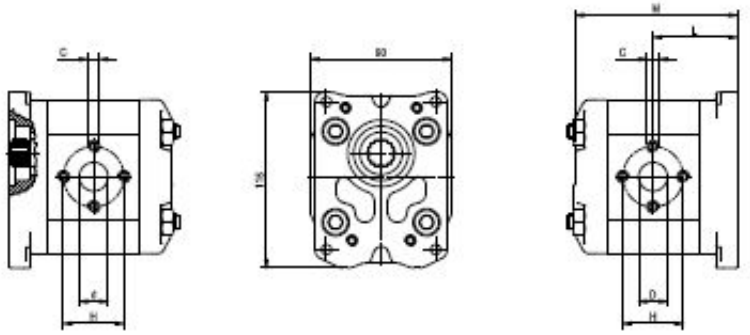
ALPP2

Porte standard: filetti M6 profondità utile 13 mm, filetti M8 profondità utile 17 mm.

Standard ports: M6 threads depth 13 mm, M8 threads depth 17 mm.

MANDATA
OUTLET

ASPIRAZIONE
INLET



TIPO *TYPE*	CILINDRATA *DISPLACEMENT*	PORTATA a 1500 gir/min *FLOW at 1500 rev/min*	PRESSIONI MASSIME *MAX PRESSURE* P_1	P_2	P_3	VELOCITÀ MASSIMA *MAX SPEED*	DIMENSIONI *DIMENSIONS* L	M	d	D	C	H
	cm³/giro [cm³/rev]	lit/min [litres/min]	bar	bar	bar	gir/min [rpm]	mm	mm	mm	mm		mm
ALPP2-D-6	4,5	6,4	250	270	290	4000	51,5	99,5	13	13	M6	30
ALPP2-D-9	6,4	9,1	250	270	290	4000	53	102,5	13	13	M6	30
ALPP2-D-10	7,0	10,0	250	270	290	4000	53,5	103,5	13	13	M8	40
ALPP2-D-12	8,3	11,8	250	270	290	3500	54,5	105,5	13	13	M8	40
ALPP2-D-13	9,6	13,7	250	270	290	3000	55,5	107,5	13	13	M8	40
ALPP2-D-16	11,5	16,4	230	250	270	4000	57	110,5	13	19	M8	40
ALPP2-D-20	14,1	20,1	230	250	270	4000	59	114,5	13	19	M8	40
ALPP2-D-22	16,0	22,8	210	225	240	4000	60,5	117,5	13	19	M8	40
ALPP2-D-25	17,9	25,5	210	225	240	3600	62	120,5	13	19	M8	40
ALPP2-D-30	21,1	30,1	180	195	210	3200	64,5	125,5	19	19	M8	40
ALPP2-D-34	23,7	33,7	180	195	210	3000	66,5	129,5	19	19	M8	40
ALPP2-D-37	25,5	36,4	170	185	200	2800	68	132,5	19	19	M8	40
ALPP2-D-40	28,2	40,1	170	185	200	2500	70	136,5	19	19	M8	40
ALPP2-D-50	35,2	50,2	140	155	170	2500	75,5	147,5	19	21	M8	40

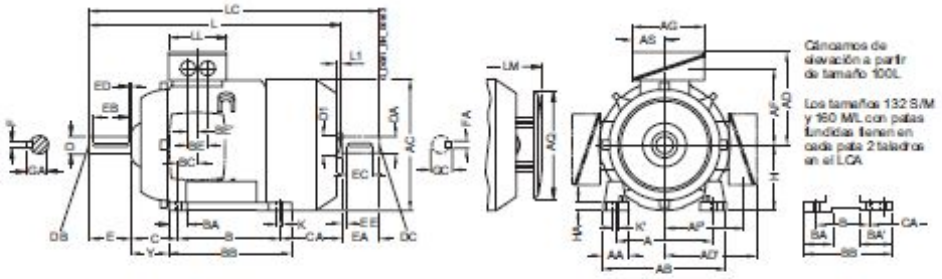
Motor eléctrico

Motores trifásicos de baja tensión

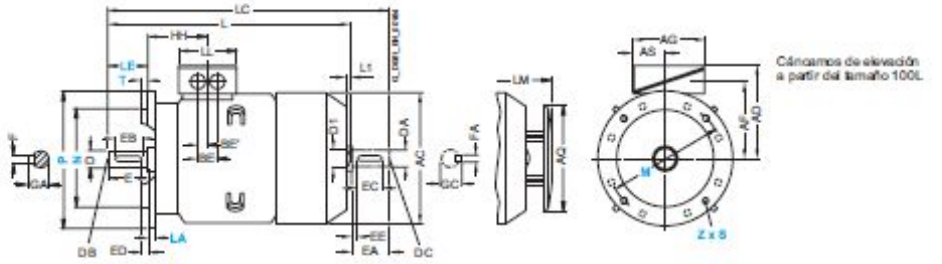
Planos de dimensiones

Motores 1LE1 de catálogo, versión básica

IM B3



IM B5 e IM V1 – Dimensiones de la brida en página 38 (Z = número de agujeros de fijación)



Para motor Tamaño	Tipo 1LE1002-	Número de polos	Designación de dimensiones según IEC A	AA	AB	AC	AD	AD'	AF	AF'	AG	AQ	AS	B*	BA	BA'	BB	BC	BE	BE'	C	CA*	H	HA	Y
56 M	0A.2 0A.3	2 a 4	90	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	71	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	36	e.p.	56	e.p.	e.p.
63 M	0B.2 0B.3	2 a 6	100	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	80	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	40	e.p.	63	e.p.	e.p.
71 M	0C.2 0C.3	2 a 8	112	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	90	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	45	e.p.	71	e.p.	e.p.
80 M	0D.2 0D.3	2 a 8	125	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	100	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	50	e.p.	80	e.p.	e.p.
90 S	0E.0	2 a 8	140	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	100	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	56	e.p.	90	e.p.	e.p.
90 L	0E.4	4 y 8	140	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	125	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	e.p.	56	e.p.	90	e.p.	e.p.
100 L	1A.4 1A.5	2 a 8 4 y 8	160	42	196	198	166	166	125,5	125,5	135	195	63,5	140	37,5	-	176	33,5	50	25	63	141	100	12	45
112 M	1B.2	2 a 8	190	46	226	222	177	177	136,5	136,5	135	195	63,5	140	35,4	-	176	36	50	25	70	129,7	112	12	52
132 S	1C.0 1C.1	2 a 8 2	216	53	256	262	202	202	159,5	159,5	155	260	70,5	140	38	76[1]	218[2]	26,5	48	24	89	128,5[3]	132	15	69
132 M	1C.2 1C.3	4 a 8 6	216	53	256	262	202	202	159,5	159,5	155	260	70,5	178	38	76	218	26,5	48	24	89	128,5[3]	132	15	69
160 M	1D.2	2 a 8	254	60	300	314	236,5	236,5	190	190	175	260	77,5	210	44	89[4]	300[5]	47	57	28,5	108	148[6]	160	18	85
160 L	1D.3 1D.4	2 y 8 2 a 8	254	60	300	314	236,5	236,5	190	190	175	260	77,5	254	44	89	300	47	57	28,5	108	148[6]	160	18	85

e.p. En preparación
* Esta medida está prescrita por DIN 50347 según el tamaño constructivo
1) En caso de patas atornilladas BA' = 38 mm
2) En caso de patas atornilladas BB = 180 mm
3) En caso de patas atornilladas CA = 166,5 mm
4) En caso de patas atornilladas BA' = 44 mm
5) En caso de patas atornilladas BB = 256 mm
6) En caso de patas atornilladas CA = 192 mm

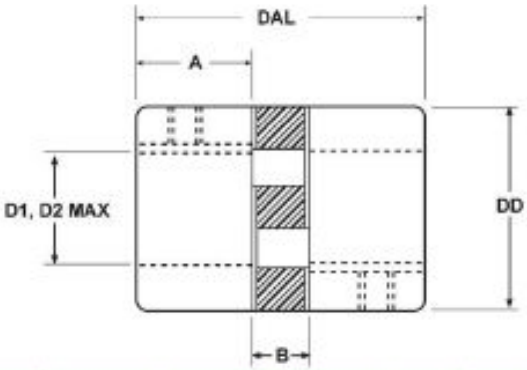
Machón de acoplamiento

MACHONES
TIPO DENTADO

GUARDIAN

DESCRIPCIÓN
Este diseño elimina la necesidad de volver a desmontar motor o unidad conducida evitando así el desalienamiento ahorrando una cantidad notable de tiempo de la mantención.
El elemento de unión es cubierto con una venda de acero.

USO
- Para bombas oleohidráulicas.

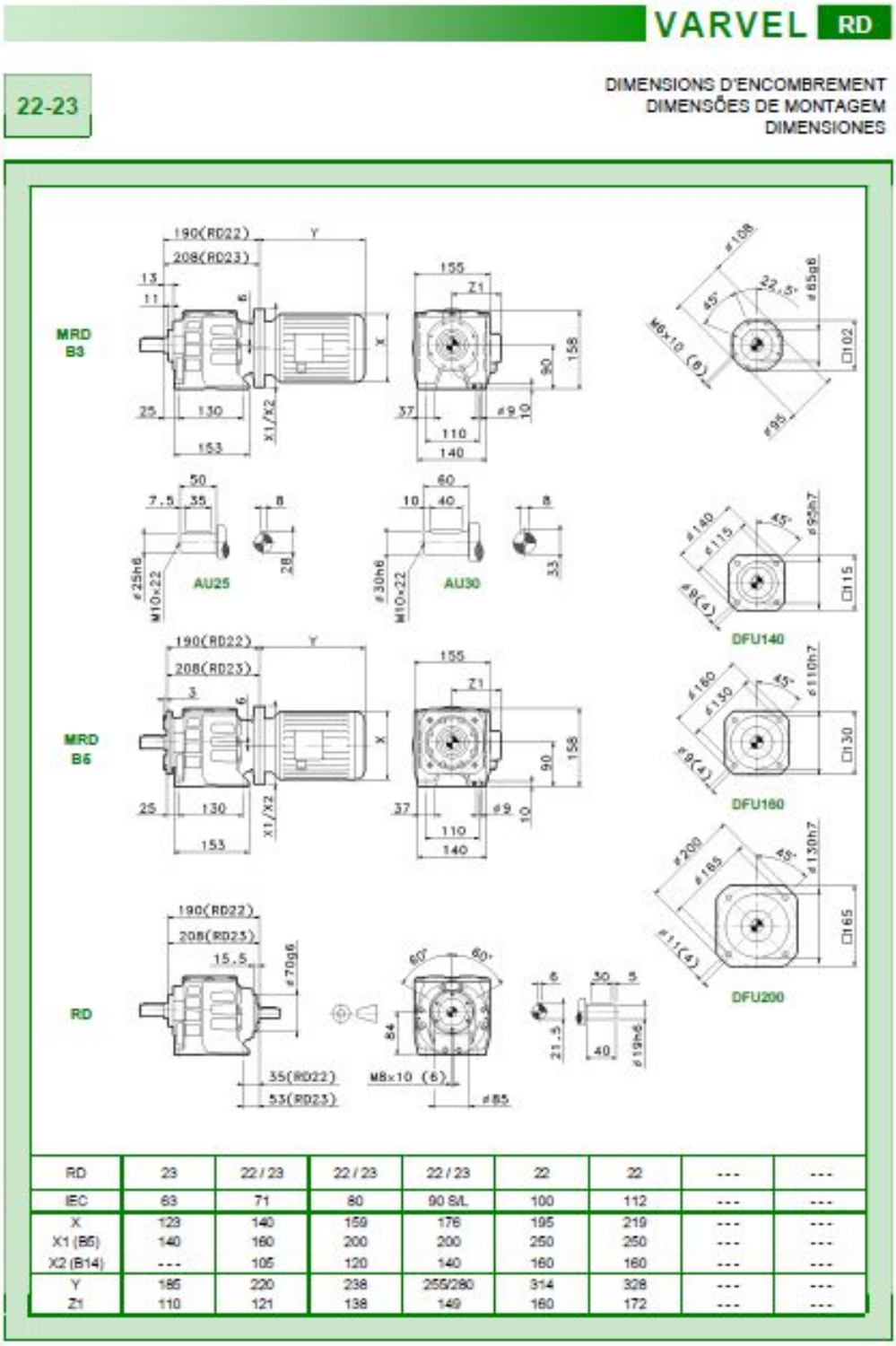


Códigos		Catálogo	Torque nominal NM	HP A 1450 Rpm	DAL	D D	Perforación max. D1,D2		A	B
SAP	Dígito						Pulg.	Mm		
3002400	0326111	SWJW095	21,92	3	2,480"	2,560"	1,102"	27	1,000"	0,500"
3002401	0326112	SWJW099	35,93	5	2,835"	3,070"	1,181"	30	1,060"	0,750"
3002402	0326113	SWJW110	89,48	14	4,252"	3,780"	1,654"	42	1,690"	0,875"
3002403	0326114	SWJW150	140,10	31	4.528"	4.370"	1,890"	48	1,750"	1,000"
3002404	0326115	SWJW190	195,00	30	5,236"	5,079"	2,362"	60	2,125"	1,000"
3002405	0326116	SWJW225	264,40	40	6,024"	5,600	2,560"	65	2,500"	1,000"

Repuestos

Códigos		Catálogo	Usar con
SAP	Dígito		
3002827	0326120	FBS-CM25E	SWJW095
3002828	0326121	RM5-200-1	SWJW099
3002829	0326122	RM5-200-3	SWJW110
3002830	0326123	RM5-4001	SWJW150
3002831	0326124	RM5-4002	SWJW190
3002832	0326125	RM5-4003	SWJW225

Motoreductor



RD	23	22 / 23	22 / 23	22 / 23	22	22	---	---
IEC	63	71	80	90 S/L	100	112	---	---
X	123	140	159	176	195	219	---	---
X1 (B5)	140	160	200	200	250	250	---	---
X2 (B14)	---	105	120	140	160	160	---	---
Y	185	220	238	255/280	314	328	---	---
Z1	110	121	138	149	160	172	---	---

Sensor nivel

veto
PRECISION A SU MEDIDA

Interruptor de nivel **AKO-5335** para áridos
Level limit switch **AKO-5335** for solids

1- Utilización

El interruptor de nivel **AKO-5335**, se utiliza en la señalización, control y regulación de nivel, de productos en forma de grano o polvo, con un diámetro máximo de 15 mm que fluyan por un silo, tolva o conducto.

El aparato detecta particularmente la presencia o la ausencia de producto a su nivel.

2- Instalación y montaje

Normalmente se instala roscado a la pared lateral del depósito a la altura que se desea detectar el nivel. Puede instalarse también en posición vertical.

La caja debe quedar posicionada de tal forma que la entrada de cables quede en la parte inferior.

Cuando se utiliza para detectar un nivel mínimo y la paleta está sometida a una sobrecarga debido a la densidad del producto, la altura del mismo, no deberá rebasar los 5 m para una densidad de hasta 0,6 g/cm3. Para cargas superiores, puede protegerse con un tejadillo de unos 200 mm de anchura, situado como mínimo a unos 250 mm por encima del eje de giro.

CONEXIÓN / CONNECTION

La conexión eléctrica deberá realizarse según se indica en el esquema:
See diagram for the electrical connection

Bornes
3-4 Contacto normalmente cerrado.
(Se abre al frenar la paleta)
3-6 Contacto normalmente abierto.
(Se cierra al frenar la paleta)
Terminals
3-4 Contact normally closed
(It open when the blade is stopped)
3-6 Contact normally open
(It close when the blade is stopped)
*Solo / Only AKO-5335/24VDC

IMPORTANTE: Retirar la protección de porexpan del interior del equipo antes de la instalación.

PRECAUCIÓN

No rodar la paleta a mano, se avería el reductor.

Debe evitarse la caída directa del producto sobre la paleta giratoria. Cuando se utiliza para detectar un nivel mínimo o intermedio, debe protegerse la paleta giratoria con el tejadillo indicado en las instrucciones de instalación. De no tenerse en cuenta las instrucciones de utilización y estas precauciones, pueden provocarse deformaciones, quedando **ANULADA LA GARANTIA.**

1- Application

The **AKO-5335** levelswitch is used for indicating, controlling, and regulating the level of granulated or powdered dry materials with a grain diameter up to 15 mm flowing through a silo, hopper or conduit.

The device specially detects the presence or absence of product at its level.

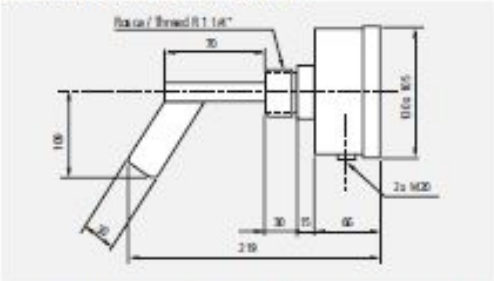
2- Installation and mountaing

For installation, the device is generally screwed onto the side container wall at the height where level detection is required. It can be also mounted in vertical position.

The box must be positioned so that the cable entry is in its lower part.

When it is used to detect a minimum level and the blade is subjected to an overload due to the material density, the product level must not surpass the blade position by more than 5 m for a density of up to 0,6 g/cm3. For higher loads the blade can be protected by a shield about 200 mm wide, installed at least 250 mm above the shaft of rotation.

DIMENSIONES EN mm / DIMENSIONS IN mm

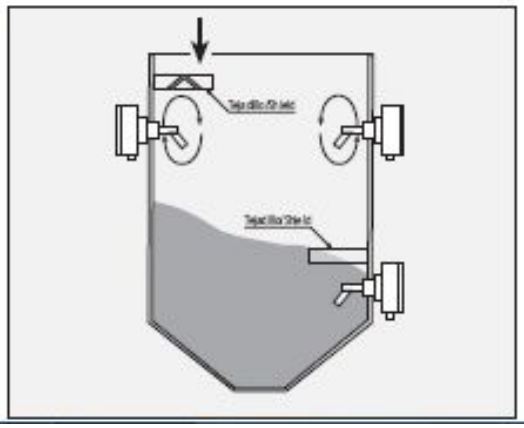


IMPORTANT: Remove the polystyrene protection located inside the device before installation.

CAUTION

Do not turn manually the blade, the speed reducer could be damaged.

Direct falling of product against the rotating blade must be avoided. When it is used to detect a minimum or halfway level, the rotating blade must be protected by the shield advised in the operating instructions. The non-observance of the operating instructions and these cautions may cause deformations **CANCELLING THE GUARANTEE.**



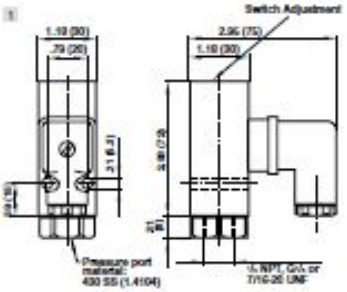
Presostato

HYDRAULIC PRESSURE SWITCHES

Piston type

70 to 6100 psi

Adjustable setpoint
Gold-plated contacts
Vibration resistant to 15 g
Microswitch approved by UL and CSA



TECHNICAL DATA

Medium
Hydraulics, lubricating and light fuel oils
Operating pressure
70 to 6100 psi
Over pressure
5800 psi,
0882Axx: 8700 psi
Ambient temperature
-4°F to 175°F (-20°C to + 80°C)
Viscosity
Up to 1000 mm2/s (±650 ssu).
Fluid temperature
-4°F to 175°F (-20°C to +80°C)
Repeatability
±3%
Electrical connection
DIN 43 650
Switching element
Microswitch
Degree of protection
IP 65

PRESSURE SENSING 3

Models

Hydraulic Model No.	Port size	Type	Pressure range psi (bar)	Switching pressure difference psi* (bar) lower range	upper range	Dimension Drawing No.	Thread NPT	Tube Size	Straight Fitting	90° swivel elbow
0882119	7/16-20 UNF	female	70 – 1015 (5 – 70)	152 (10.5)	218 (15)	1	–	–	N/A	N/A
0882120	1/4 NPT	female	70 – 1015 (5 – 70)	152 (10.5)	218 (15)	1	1/4"	3/8"	C2425U428	C2667U428
0882219	7/16-20 UNF	female	150 – 2320 (10 – 160)	160 (11)	247 (17)	1	–	–	N/A	N/A
0882220	1/4 NPT	female	150 – 2320 (10 – 160)	160 (11)	247 (17)	1	1/4"	3/8"	C2425U428	C2667U428
0882319	7/16-20 UNF	female	360 – 3600 (25 – 250)	160 (11)	247 (17)	1	–	–	N/A	N/A
0882320	1/4 NPT	female	360 – 3600 (25 – 250)	160 (11)	247 (17)	1	1/4"	3/8"	C2425U428	C2667U428
0882420	1/4 NPT	female	580 – 6100 (40 – 420)	247 (17)	508 (35)	1	1/4"	3/8"	C2425U428	C2667U428

Note: Switches are supplied with DIN 43650 mating connector.
* Switching pressure difference (hysteresis) is not adjustable. Typical values are shown.
Caution: Observe switching range. Do not subject switch to maximum allowable pressure during normal operation. Even short pressure peaks must not exceed this value.

Electrical Information

Electromagnetic compatibility	CE marked: conforms to EC requirements EN 50081-2 (1996) and EN 50082-2 (1995)
Electrical input signal	4 to 20 mA or 0 to 10 V factory set
Electrical power input	24 V d.c. ±25% (power consumption < 1 W)
Output pressure feedback signal	0 ... 10 V full range or user-configurable switched output
Connections	DIN 43650 or Brad Harrison connection for feedback output

Pin configuration

1	+24V d.c. supply
2	Monitor output
3	Control signal (+ve)
4	Common (DC supply, signal and feedback return)
5	Chassis (earth)

Sensores de proximidad cilindros

GLUAL HIDRAULICA KI

HIDRAULIC CYLINDERS

Technical data of the proximity sensors
Technische Daten der Näherungsschalter
Caractéristiques techniques pour les détecteurs de proximité
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS DETECTORES DE PROXIMIDAD

Switching distance Schaltabstand Distance de commutation Distancia de conmutación	mm	0 ÷ 1,2
Repeatability Reproduzierbarkeit Reproductibilité Repetibilidad	mm	≦ 0,075
Operating temperature Betriebstemperatur Température de service Temperatura de trabajo	°C	-25 ÷ +70
Output switching Ausgangsschaltung Confirmation de sortie Conmutación de salida		PNP normally open (NO) PNP Schließer (NO) PNP normalment ouvert (NO) PNP normalmente abierto (NO)
Switch operation Schaltfunktion Opération de commutation Tipo de conmutación		Make contact Schließer Contacteur Contactor
Operating voltage (ripple on DC supply ≦ 15%) Betriebsspannung (mit Restwelligkeit ≦ 15%) Tension de service (ondulation résiduelle ≦ 15%) Tensión de trabajo (rizado ≦ 15%)	VDC Vc.c	10 ÷ 30
Current carrying capacity for sensor Strombelastbarkeit bei Näherungschalter Courant de charge admissible du détecteur Corriente de carga admisible del detector	mA	≦ 100 inductive/130 ohmic ≦ 100 induktiv/130 ohmisch ≦ 100 inductif/130 ohmique ≦ 100 inductiva/130 ohmica
Burden for sensor Bürde bei Näherungschalter Charge du détecteur Carga máxima del detector	Ω	≦ 200
Protection class DIN 40050 Schutzart nach DIN 40050 Classe de protection selon DIN 40050 Tipo de protección DIN 40050		IP 68/500 bar at the active face IP 68/500 bar an der aktiven Fläche IP 68/500 bar a la face active IP 68/500 bar en la cara activa
Connection method Anschluss art Type de connexion Tipo de conexión		**Plug (with 5 m cable)** **Stecker (mit 5 m Kabel)** **Connecteur (avec 5 m de cable)** **Conector con 5 m de cable**
		5 m moded-in cable **5 m Kabel (fest eingegossen)** **5 m de cable moulé dans le masse** **5 m de cable apantallado**
Maxin. permissible pressure Max. zulässiger Druck Pression maxi. admissible Presión máxima admisible	bar	500

Arrangement of cables
Kabelbelegung
Arrangement des câbles
Especificación de cables

Plug connection — Version enfichable
Steckerausführung — Versión con conector
GES-616-800-6162-64

Cable connection — Version avec câble
Kabelausführung — Version con cable
GES-616-800-6162

Output shown in non-actuated condition
Schaltfunktion in unbedämpftem Zustand gezeichnet
Operation de commutation dessinée dans un état non atténué
Características de conmutación en un medio no atenuante

	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
A	65 / 68	64 / 66	58 / 75	54 / 68	53 / 57	45 / 50	42 / 50	54 / 55	44 / 58	85 / 90
B	62	61	64	67	42	58	48	49	76	62

Plug arrangement
Steckerbelegung
Arrangement des connecteurs
Especificación conector
GKS-S20-4/5

View on plug pins
Ansicht auf Steckerstifte
Vue des contacts mâles
Vista por lado de pins

Sensor de proximidad inductivo

Autonics

SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS

- Alimentación 10-30 VDC
- Salida Transistor con 200mA Máx.
- Histéresis 10% de la distancia de detección.
- Protección IP67
- Operación Máxima 250 Hz
- Largo de cable 2 m.
- Pantalla roscada según diámetro

Código Rhona	Código Fabricante	Diámetro (mm.)	Distancia (mm.)	Tipo de Salida	Conexión	Obs.
06 12 01	PR12-2 DN	12	2	NA	NPN	c/pantalla
06 12 02	PR12-4 DN	12	4	NA	NPN	c/pantalla
06 12 04	PR18-5 DN	18	5	NA	NPN	c/pantalla
06 12 05	PR18-8 DN	18	8	NA	NPN	c/pantalla
06 12 06	PR30-10 DN	30	10	NA	NPN	c/pantalla
06 12 07	PR30-15 DN	30	15	NA	NPN	c/pantalla
06 12 08	PR12-2 DP	12	2	NA	PNP	c/pantalla
06 12 09	PR12-4 DP	12	4	NA	PNP	c/pantalla
06 12 10	PR18-8 DP	18	8	NA	PNP	c/pantalla
06 12 11	PR18-5 DP	18	5	NA	PNP	c/pantalla
06 12 12	PR30-10 DP	30	10	NA	PNP	c/pantalla
06 12 13	PR30-15 DP	30	15	NA	PNP	c/pantalla
06 12 20	PR18-5 DP2	18	5	NC	PNP	c/pantalla
06 12 21	PR18-8 DP2	18	8	NC	PNP	c/pantalla
06 12 22	PR30-10 DP2	30	10	NC	PNP	c/pantalla
06 14 01	PR12-2 DN2	12	2	NC	NPN	c/pantalla
06 14 02	PR12-4 DN2	12	4	NC	NPN	c/pantalla
06 14 04	PR18-5 DN2	18	5	NC	NPN	c/pantalla
06 14 05	PR18-8 DN2	18	4	NC	NPN	c/pantalla
06 14 06	PR30-10 DN2	30	10	NC	NPN	c/pantalla

OBSERVACIONES :

Sensibilidad según el material:

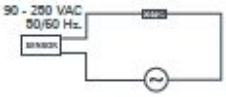
Acero	100 %.
Acero Inoxidable	60 %.
Bronce	40 %.
Aluminio	30 %.
Cobre	28 %.

SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS

CORRIENTE ALTERNA

- Alimentación 90/250 VAC 50/60 Hz.
- Salida 100 mA máx Inductiva.
- Histéresis 10% de la distancia de detección.
- Grado de protección IP67
- Frecuencia operación máxima 20 Hz.
- Largo del cable 2 m.
- Pantalla roscada según diámetro.

TIPO DE CONEXION



Código Rhona	Código Fabricante	Diámetro (mm.)	Distancia (mm.)	Tipo de Salida	Obs.
06 16 04	PR18-5 AC	18	5	NC	c/pantalla
06 16 06	PR30-10 AC	30	10	NC	c/pantalla
06 18 04	PR18-5 AO	18	5	NA	c/pantalla
06 18 06	PR30-10 AO	30	10	NA	c/pantalla

PLC

Automatización
www.achile.cl DBTEK

DBTEK Empresas

FATEK

PLC FBS-20MA
FATEK SERIE

El modelo Básico MA fue diseñado para realizar trabajos especializados en industrias. Fatek provee de PLC's compactos y económicos para administrar mejor los espacios y se caracterizan por aportar una mayor rentabilidad a sus proyectos con la calidad que solo los productos importados por DBTEK les pueden dar.
Somos los representantes legales e importadores exclusivos de la marca FATEK.

PLC FBS-20MA

Descripción Básica

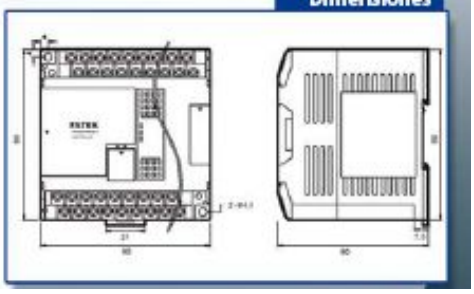
Entrada digital 24 VDC	Alta velocidad (100 kHz)	2	Total: 12
	Media alta velocidad (20 kHz)	4	
	Media velocidad (5 kHz)	6	
Dimensiones	Alto, Ancho, Largo		9 cm / 9 cm / 8 cm
Alimentación	Alterna / continua		110 a 220 V / 12 ó 24 V
Salida	Relé		8
Sujeción			Riel Din o Tornillos
Expansión	Comunicación	Solo Tarjeta	2 puertos (RS232, RS485 o Ethernet)
	Entradas y salidas	Modular y Tarjeta	Máx. 256 Salidas Digitales, Máx. 256 Entradas Digitales, Máx. 64 Entradas análogas y Máx. 64 Salidas análogas (Consulte por fuentes de alimentación para módulos Derecha)
Modificaciones posibles			Cambio de fuente de alimentación a 12 ó 24 VDC (por defecto es de 110 a 220 VAC) Cambio de salida de Relé a Transistor (por defecto es de Relé)
Programación y/o Comunicación			Puerto 0, Puerto Mini-Din Cable no incluido

Caracteristicas físicas y efectos eléctricos

COD:0100005

Temperatura ambiantal	Operación en:	
	Espacio abierto	5 a 40 ° C
	Espacio cerrado	5 a 55 °C
	Almacenaje	-25 a 70°C
Humedad relativa		5 a 95 % No condensada
Protección		IP20
Resistencia a la corrosión.		Según IEC-68 Standard
Altitud		Inferior a 2.000 Metros
Consumo		36 W
Señal de entrada a 24 VDC	Corriente Máx.	Alta Velocidad: 10,5 mA Media velocidad: 7,6 mA
	Sensor	NPN o PNP / Solo un tipo de sensor
Salida	Volt. de operación	0 - 30 VDC / 0 - 250 VAC
	Corriente Máx.	Resistivo: 2 A por contacto o 4 A por común Inductivo: 80 VA en alterna 24 VA en continua
Fusible de protección interna		AC: 2A, 150 V DC: 12 V: 5A, 125V 24 V: 2,5 A,125 V

Dimensiones



Modulo de expansión

Automatización
www.achile.cl DBTEK

DBTEK
Empresas

FATEK®

FBS-16XYR

COD:0100041

Módulo de Expansión derecha 16XYR

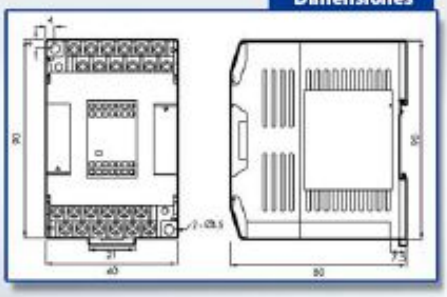
DBTEK presenta los módulos de expansión derecha entradas y salidas digitales. Es compatible solamente con los PLC Series FBS desde el 20. **Somos los representantes legales e importadores exclusivos de la marca FATEK.**

FBS-16XYR

Descripción Básica

Clasificación de módulo		Módulo expansión derecha entradas y salidas digitales
Entrada digital 24 VDC	Baja velocidad (210 hz)	8
Salida	Relé	8
Alimentación	Ninguna	Utiliza cable BUS para funcionar
Comunicación al PLC		Cable BUS de 4 cm (Cable incluido en el módulo)
Dimensiones	Alto, Ancho, Largo	9 cm / 6 cm / 8 cm
Sujeción		Riel Din o Tornillos

Dimensiones



Efectos eléctricos

Consumo			2 W
Señal de entrada a 24 VC	Corriente máx.		4,5 mA
	Sensor		NPN o PNP, solo un tipo de sensor por módulo o PLC
Salida Relé	Voltaje de operación		0 a 30 VDC / 0 a 250 VAC
	Corriente máx.	Resistivo	2 A por contacto / 4 A por común
		inductivo	80 VA en alterna / 24 VA en continua

Vista del producto

Características físicas

Temperatura ambiental	Operación en:	
	Espacio abierto	5 a 40 °C
	Espacio cerrado	5 a 55 °C
	Almacenaje	-25 a 70 °C
Humedad relativa		5 a 95 % No condensada
Protección		IP 20
Resistencia a la corrosión		Según IEC- 68 Standard
Altitud		Inferior a 2.000 Metros

ANEXO C

Cotizaciones

Cilindros hidráulicos

GLUAL
HYDRAULICS

Sistema de Gestión ISO 9001:2008 ISO 14001:2004
TÜVRheinland CERTIFICADO
www.tuv.com ID 9105082684

OFERTA
N. 20161803

Página 1 de 1

Fecha : 21/09/16

SUAREZ & HIJOS

Ref Comercial : JOSE MANUEL GIRALDEZ
Ref Técnica : JOSE MANUEL GIRALDEZ

Su ref.:
A la atencion de :

SEÑORES:

Atendiendo a su consulta de referencia, sometemos a su apreciación muestra oferta compuesta de los elementos y condiciones que se detallan:

POS.	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO	IMPORTE
1	1,00	KDX-125/80-545-A201-M-F-1-0 cilindro especial	1.655,00	1.655,00
2	1,00	KDX-320/200-177-E201-M-F-1-0 cilindro especial	11.970,00	11.970,00
3	1,00	KDX-50/32-625-E201-M-F-1-0 cilindro especial	730,00	730,00
4	1,00	KDX-50/32-169-E201-M-F-1-0 cilindro especial	685,00	685,00
		COND. COMERCIALES - PLAZO: 6 SEMANAS - VALIDEZ : HASTA EL 31-10-16 - PINTURA: STANDARD(Supl por pintura especial) - INCOTERMS: EXWORKS GLUAL ESPAÑA - FORMA DE PAGO: A NEGOCIAR		
		Portes : Debidos		
		GARANTIA. 12 Meses desde la salida de fábrica o en su caso a partir de la comunicación al cliente de su libre disposición de recogida en nuestras instalaciones. Comprende la reposición o reparación de los elementos defectuosos a realizar en nuestros talleres Se excluye de la garantía las averías producidas por mal uso o deficiente instalación, averías provocadas por sometimiento de los equipos a esfuerzos anormales con fines experimentales, de ajuste o de prueba. Si el cliente desea que la reparación se realice en la planta o lugar donde se hallen instalados los equipos, serán de su cuenta los gastos originados, según tarifas vigentes de prestación de personal aprobadas por AIFTOP.		

CONDICIONES DE VENTA SUJETAS A LAS INDICADAS EN LA WEB www.glual.com EN EL APARTADO DE CONDICIONES GENERALES

Forma Pago :

TOTAL € 15.040,00

GLUAL HIDRAULICA S.L. CIF: B-20861688

PLC y modulo de expansión

ETRONICS LTDA.
R.U.T: 76.235.440 - 3 / Giro: Automatización
Dirección: Av Matta #627, Santiago
Teléfono: +56 2 2634 9283

Transferencias Bancarias
BANCO SANTANDER
Etronics Ltda.
Cta. Cte. Nº 07-17526-4

COTIZACION Nº 297
FECHA: 13-10-2016
PAG. : 1

Nombre Cliente: Jose Eduardo Muñoz Contratista E.I.R.L.
R.U.T.: 76.361.591-K Fonos: 569 6170 7715
Dirección: Pasaje 1 Lote b33 Paradero 11 1/2
Email: pablomella.vuaremantenimiento@gmail.com

At. Sr.: Pablo Mella
Ciudad: VALPARAISO Comuna: VILLA ALEMANA
Giro: Contratista Servicios Electricos y Obras Menor

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	DESCTOS.	TOTAL
100005	FBS-20MAR2-AC>>12 ENTRADAS 8 SALIDAS RELAY, RS232,	1	150.956		150.956
100041	FBS-16EA>>8 ENTRADAS 8 SALIDAS RELE, EXPANSION	1	95.878		95.878

NETO:	246.834
I.V.A.:	46.898
TOTAL:	293.732

Notas:
Forma de Pago: TRANSFERENCIA
Vendedor: EMPRESA
Entrega: Inmediata en Oficinas de DBTEK

Sensor de nivel tolva

VETO Y COMPAÑÍA LIMITADA

Giro: Ventas al por menor de otros productos en almacenes no especializados N.C.P

veto
PRECISION A SU MEDIDA

INSTRUMENTACION INDUSTRIAL
SAN EUGENIO 567 - ÑUÑOA
SANTIAGO - CHILE
C.P. 7780008 - CASILLA 10289
FONO: +56-2-23554400 - FAX: +56-2-23554455

RUT: 82.525.800-0

COTIZACION Nº

83.599

Fecha: 14/10/2016

CLIENTE	: JOSE EDUARDO SUAREZ MUNOZ CONTRATISTA E.I.R.L.	RUT	: 76361391-K
FONO	:		
MAIL	: pablomella.suarezmantenimiento@gmail.com		
ATENCION	: PABLO MELLA		
REFERENCIA	: SOLICITUD WEB 36639		

#	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO LISTA	% DCTO.	PRECIO OFERTA	SUBTOTAL
1	N0246114	Switch de nivel con Paleta Rotativa, temp. -20+60 C, 220V/2 A	1,00	188.577	15,00	160.290	160.290
2	W0338207	Despacho Chilexpress V REGION; No Reembolsable	1,00	19.182	0,00	19.182	19.182

**** VALORES EN PESOS, NO INCLUYEN IVA ****

Forma de Pago : Contado contra entrega
Para otras formas de pago y sus descuentos contáctese con el vendedor.

Validez Cotización : 15 días corridos.

Plazo de Entrega : Inmediata, (Cantidad sujeta a venta previa).

Lugar de Entrega : En nuestras oficinas.

Despachos : VETO mantiene contratos con empresas de transporte para el despacho de mercadería en todo el territorio nacional ya sea a domicilio o hasta las oficinas de la empresa de transportes, según infraestructura disponible en destino. Los despachos contratados y pagados a VETO **están asegurados** contra **daños** o **pérdida** durante el transporte.
Tiempo estimado recepción: RM, III-XIV: 2 días hábiles; I, II, XI, XII, XV: 3 días hábiles.
El despacho contratado directamente por el cliente es de su exclusiva responsabilidad en cuanto a coordinación de retiro, entregas, seguros, reclamos, etc. La empresa de transportes contratada por el cliente, debe retirar la mercadería desde nuestras oficinas.

IMPORTANTE : **PARA SU COMPRA DEBE PRESENTAR RUT ORIGINAL O FOTOCOPIA LEGALIZADA**
INDICAR Nº DE COTIZACION EN SU ORDEN DE COMPRA
INFORMACION PARA TRANSFERENCIAS Y DEPOSITOS

Saluda atte. a Uds.

MIGUEL OYARCE O.
Directo (+56) 22355 4487
ventas.distribuidores@veto.cl - www.veto.cl

veto
PRECISION A SU MEDIDA

Presostato , manómetro y machón de acoplamiento

Proyectos y Componentes de Ingeniería Industrial

Oleohidráulica, Neumática, Componentes Electricos, Equipos de Vacío y Presión, Ensayos No Destructivos, Instrumentación y Control de Procesos Industriales.

AUTOMATIZACION VIGNOLA INDUSTRIAL

COTIZACION N° 191816

Fecha: 14/10/2016

Cliente: Jose Eduardo Suarez Muñoz Contratista EIRL. **Rut:** 76.361.591-K

Dirección: Pasaje 1 lote 33 paradero 11 1/2 Ciudad: VALPARAISO

Contacto: Pablo Mella Mora Fax:

E-mail: pablomella.suarezmantenimiento@gmail.cc Fono: 961707715

Válida Hasta: 14/11/2016 Forma de pago: Contado

Número de artículo	Descripción	Digito	Cantidad	Precio	Total
1000219	PRESOSTATO MECANICO RANGO 580-6100PSI/40-420BAR, CONEX 1/4 BSP	00102131	2	$ 84.689	$ 169.378
3002402	TRANSMISION DE POTENCIA MACHONES DE ACLOPLAMIENTO ACOPLE DE ESTRELLA	00326113	1	$ 51.078	$ 51.078
4000381	MANOMETRO BRONCE INOXIDABLE 63mm SERIE LF A 4000 PSI ATRAS 1/4NPT AC INOX 304	00409548	1	$ 9.000	$ 9.000

Importadora Técnica Vignola S.A. Rut:93.075.000-K.

Observación: **Salvo venta previa**

ITEM 1: PLAZO DE ENTREGA 3 DIAS
ITEM 2 :ENTREGA
INMEDIATA
ITEM 3 : PLAZO DE ENTREGA 1 DIA HABIL

Neto	$ 229.456
Impuesto	$ 43.597
Total	$ 273.053

Alimentador de tornillo

Ingeniería VDM Ltda.

Av. Vicuña Mackenna #7255, Oficina #905
La Florida - Santiago - Chile - vdm@gtb.cl
Tel +562 294 5431 - Fax +562 294 5433
RUT : 78.999.070-0
GIRO : Ingenieria y Montaje

Cotización
5538

Pag. 1/1

Fecha Cot.: 17/10/2016

Fax Cliente:

Referencia: Sin Fin Canoa

Cliente:
Jose Eduardo Suarez Muñoz Contratista E.I.R.L
Jose Eduardo Suarez Muñoz Contratista E.I.R.L
Pasaje 1 lote 33 paradero 11 1/2
Villa Alemana

Plazo Entrega: Ver Nota

Validez: 16/11/2016

Lugar Entrega: Nuestras Bodegas en El Monte

At. Señor/a: Pablo Mella S.

Forma Pago: Ver Nota

Cant.	Descripción	P. Unit.	Desc.%	Suma
	Producto : Aserrín Densidad : 208 Kg/m3 Humedad : Menor al 12%			
1	Tornillo sinfin Tipo Canoa - Diámetro: 250 mm - Longitud: 1500mm - Material: Acero Carbono - Transmisión por acople directo	1.844.039,00		1.844.039,00
	No incluye: -Traslado y Embalaje - Montaje Mecanico y Eléctrico			

Valores expresados en $

Las especificaciones técnicas y condiciones comerciales contenidas en este documento se consideran aceptadas al emitir el cliente la correspondiente Orden de Compra

Subtotal	1.844.039,00
IVA	350.367,00
Valor Total	2.194.406,00

Nicolas Olivera

IMPORTANTE : AL EMITIR SU ORDEN DE COMPRA DEBE HACER REFERENCIA A ESTA COTIZACION

Bomba

UTECSA

COTIZACION 0000022055
FECHA: 18/10/2016

UNDURRAGA TECNICA Y COMERCIAL S.A.
RUT: 76.725.870-4
E-mail : ventas@utecsa.cl

Fono/Fax:: 551 3842

Nombre: **CLIENTE NUEVO**
RUT: 00.000.001-9

FONO:

AT. Sr.: PABLO MELLA

REF :

CANT	UNID	DESCRIPCION	V.UNIT	% DCTO	TOTAL
1	UN	BOMBA ENGRANAJES 40CM3/REV SERIE 3	223.413	0,0	223.413
1	UN	FLANGE 3/4" (RG20343) DF=40	12.460	0,0	12.460
1	UN	FLANGE 3/4" (RG30343) DF=51	14.798	0,0	14.798

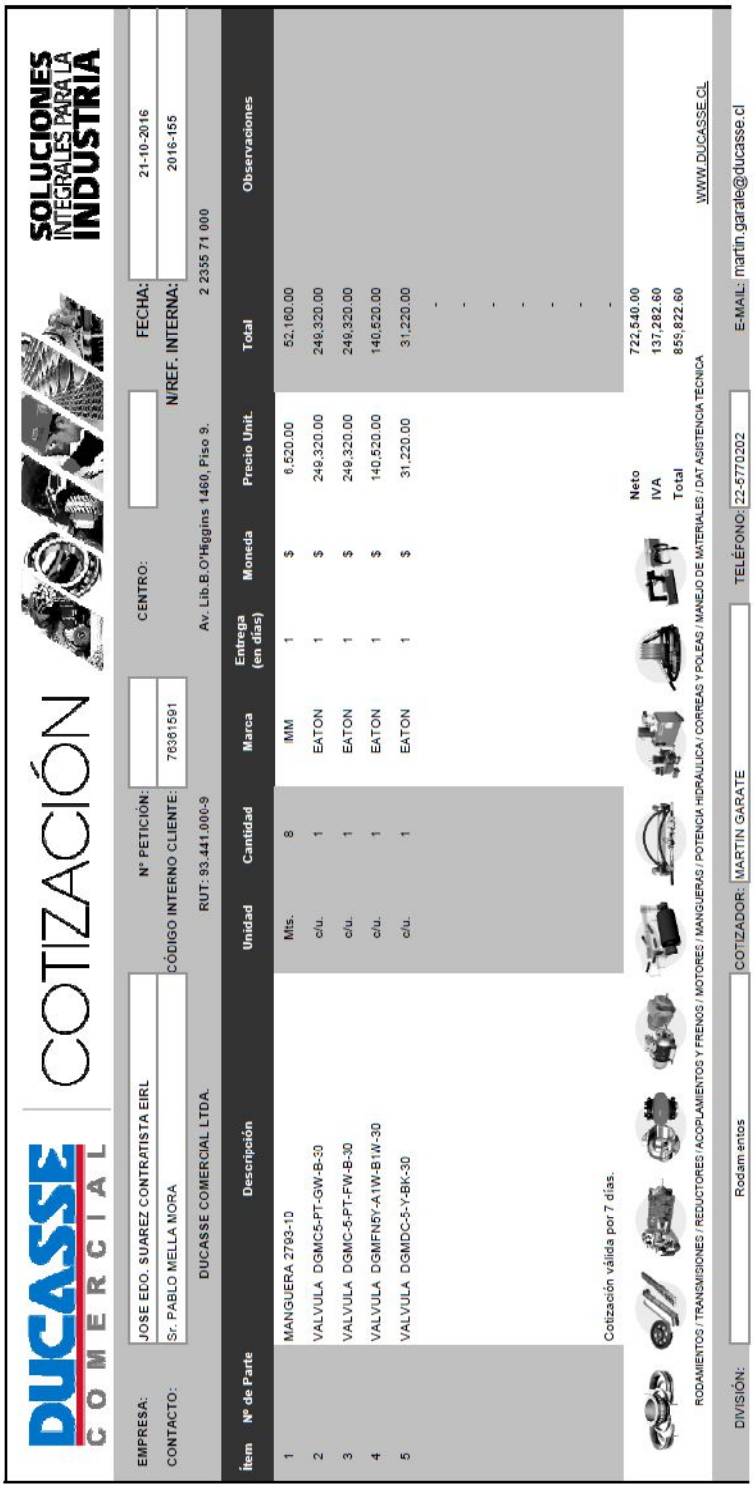
PRECIOS NETOS + IVA
FECHA DE ENTREGA : **INMEDIATA**
VALIDEZ DE LA COTIZACION : **15 DIAS**
MATERIAL PUESTO EN N/BODEGAS
CONDICIONES DE PAGO : **CTDO.**

NETO: **250.671**
IVA: **47.627**
TOTAL: **298.298**

NOTAS :

LUIS LEIVA HENRIQUEZ

Válvulas



DUCASSE COMERCIAL | COTIZACIÓN | SOLUCIONES INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA

EMPRESA: JOSE EDO. SUAREZ CONTRATISTA EIRL | N° PETICIÓN: | CENTRO: | FECHA: 21-10-2016

CONTACTO: Sr. PABLO MELLA MORA | CÓDIGO INTERNO CLIENTE: 76381591 | N/REF. INTERNA: 2016-155

DUCASSE COMERCIAL LTDA. | RUT: 93.441.000-9 | Av. Lib.B.O'Higgins 1460, Piso 9. | 2 2355 71 000

Ítem	Nº de Parte	Descripción	Unidad	Cantidad	Marca	Entrega (en días)	Moneda	Precio Unit.	Total	Observaciones
1		MANGUERA 2793-10	Mts.	8	IMM	1	$	6,520.00	52,160.00	
2		VALVULA DGMC5-PT-GW-B-30	c/u.	1	EATON	1	$	249,320.00	249,320.00	
3		VALVULA DGMC-5-PT-FW-B-30	c/u.	1	EATON	1	$	249,320.00	249,320.00	
4		VALVULA DGMFN5Y-A1W-B1W-30	c/u.	1	EATON	1	$	140,520.00	140,520.00	
5		VALVULA DGMDC-5-Y-BK-30	c/u.	1	EATON	1	$	31,220.00	31,220.00	
									-	
									-	
									-	
									-	
									-	
									-	

Cotización válida por 7 días.

Neto 722,540.00
IVA 137,282.60
Total 859,822.60

RODAMIENTOS / TRANSMISIONES / REDUCTORES / ACOPLAMIENTOS Y FRENOS / MOTORES / MANGUERAS / POTENCIA HIDRÁULICA / CORREAS Y POLEAS / MANEJO DE MATERIALES / DAT ASISTENCIA TÉCNICA

WWW.DUCASSE.CL

DIVISIÓN: Rodamientos | COTIZADOR: MARTIN GARATE | TELÉFONO: 22-5770202 | E-MAIL: martin.garate@ducasse.cl

Maquina briqueteadora WEIMA

Detalle equipo briquetador

Dentro de la serie TH hay muchas versiones que tienen relación con el volumen de producción, y esto naturalmente con la disponibilidad y timo de materia prima...
Para avanzar te damos entonces algo referencial:

Solicitud Material:

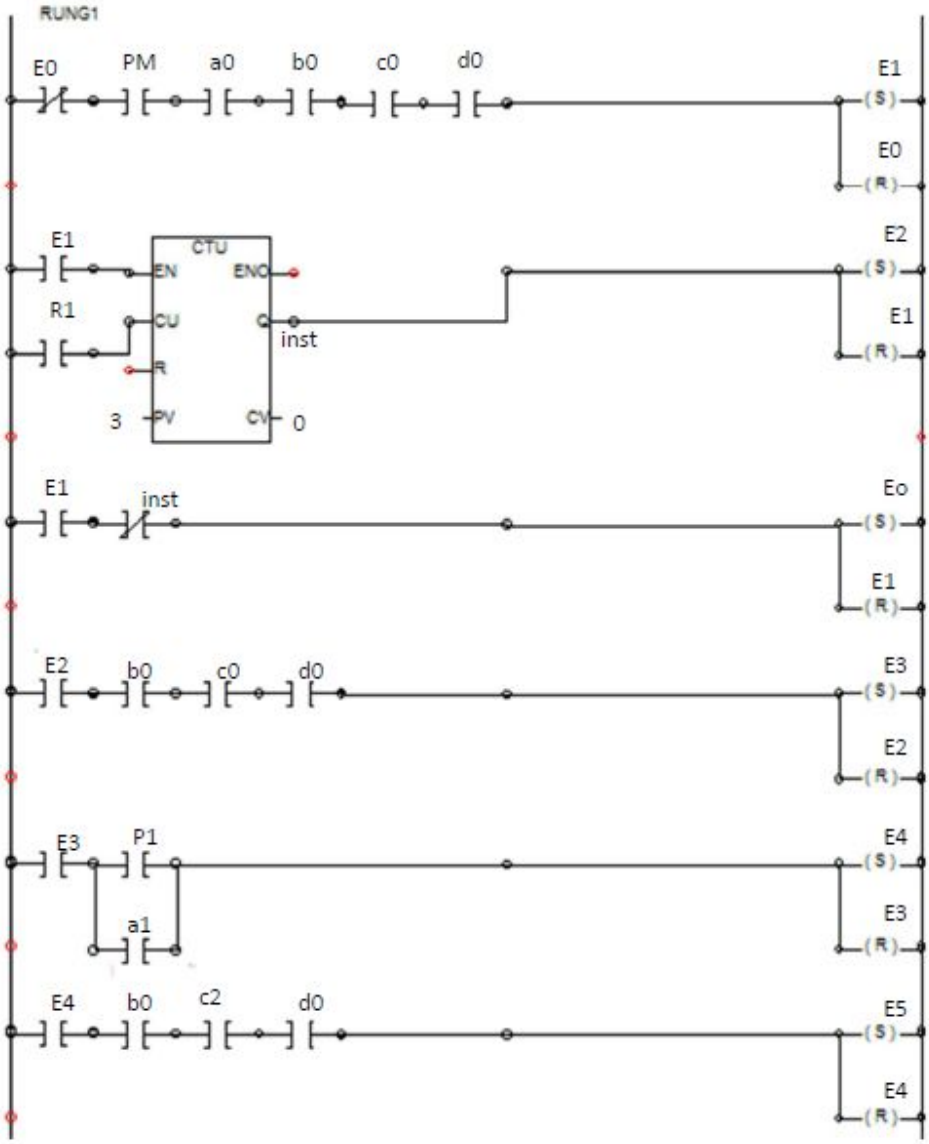
Material Polvo de madera, viruta de madera, papel, cartón
Tamaño material Menos de 15mm
Características material Libre de objetos extraños, seco
Alimentación del material Automáticamente debajo del sistema de la aspiración o manual
Rango producción Dependiente del modelo
Tamaño deseado particular 70mm de diámetro en el TH 714
80mm en diámetro en la TH 814
Tiempo trabajo – horas /día 3-6 horas sin pausa dependiente de la temperatura del ambiente (cuando no se trabaja con refrigeración de aceite)

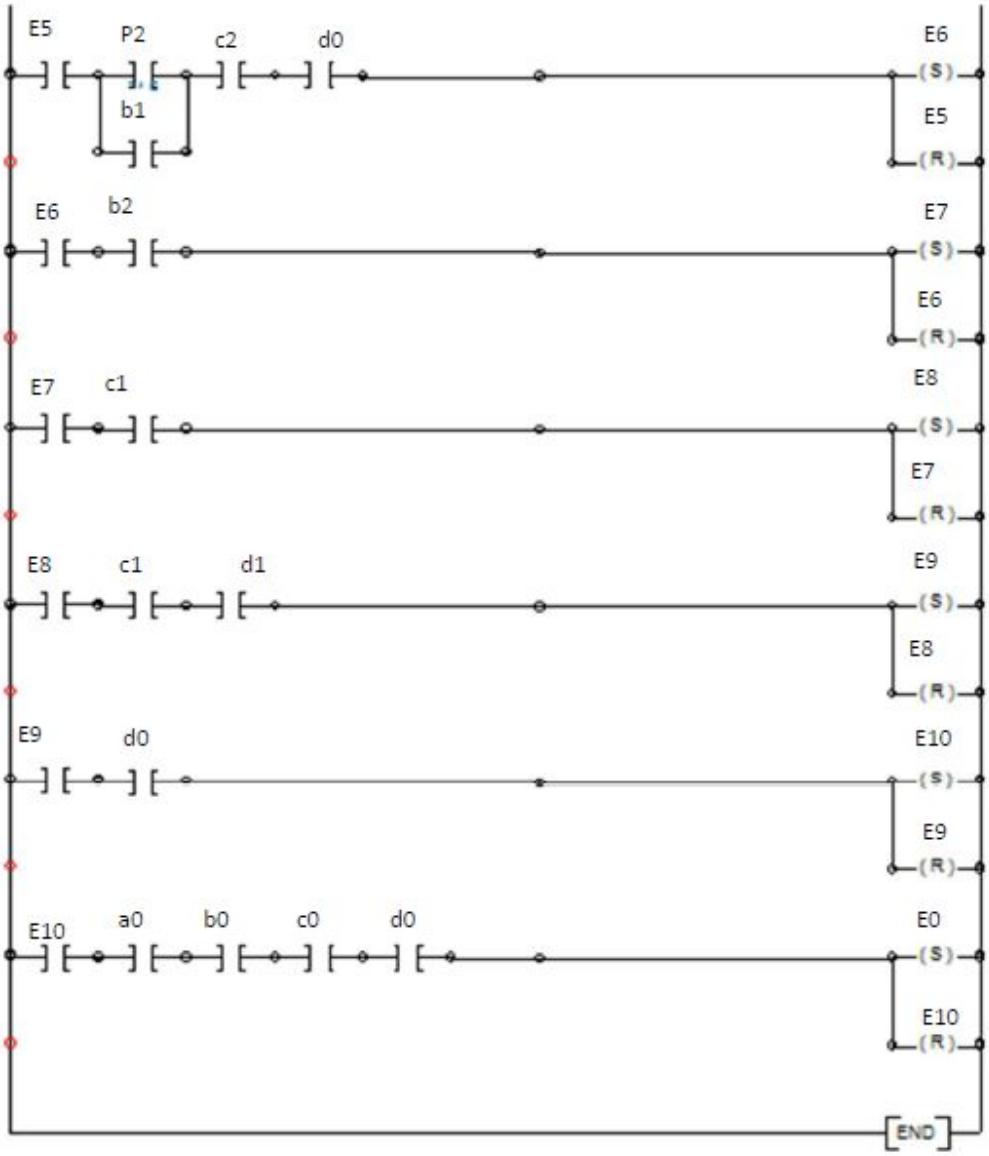
Especificaciones técnicas Briquetadora serie TH - 714
Dimensiones 2.000 x 1.800 mm
Apertura tolva 1.400 x 1.400 mm
Altura tolva 940 mm
Volumen tolva 1,8 m^3
Motor 11 kW
Diámetro briqueta 70 mm
Aceite 250 l
Rango de producción Hasta 160 kg/h
Lackierung WEIMA Standard RAL 7001 / 7016
Conexión eléctrica 400 V +/- 5% / 50 Hz
Peso ca. 1.000 kg

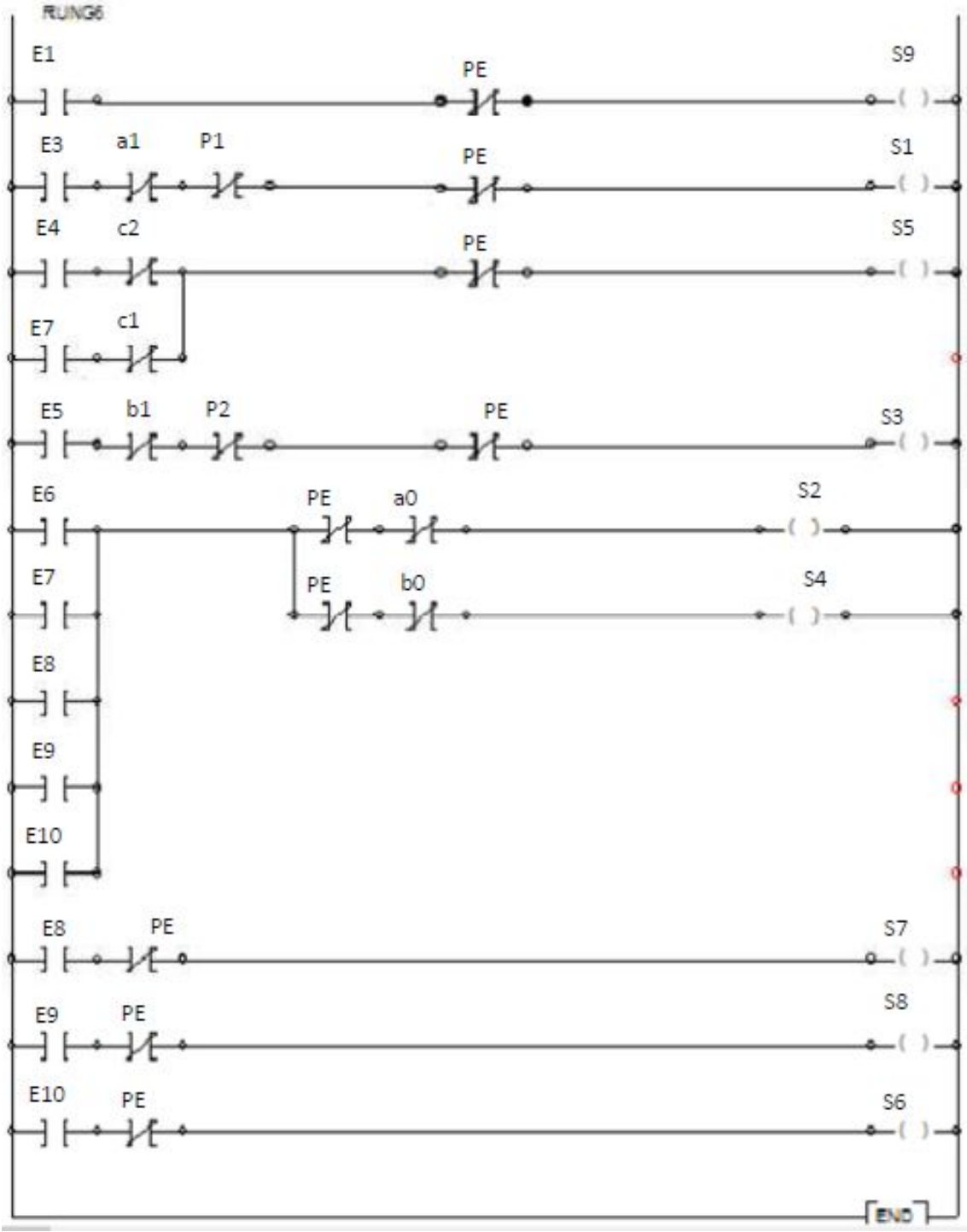
Precio de la maquina tipo TH 714 Euro 32.000,- exw (ex fábrica Alemania)
para precio puesto en Chile sumar Euro 5.000 aprox.

ANEXO D

Diagrama LADDER

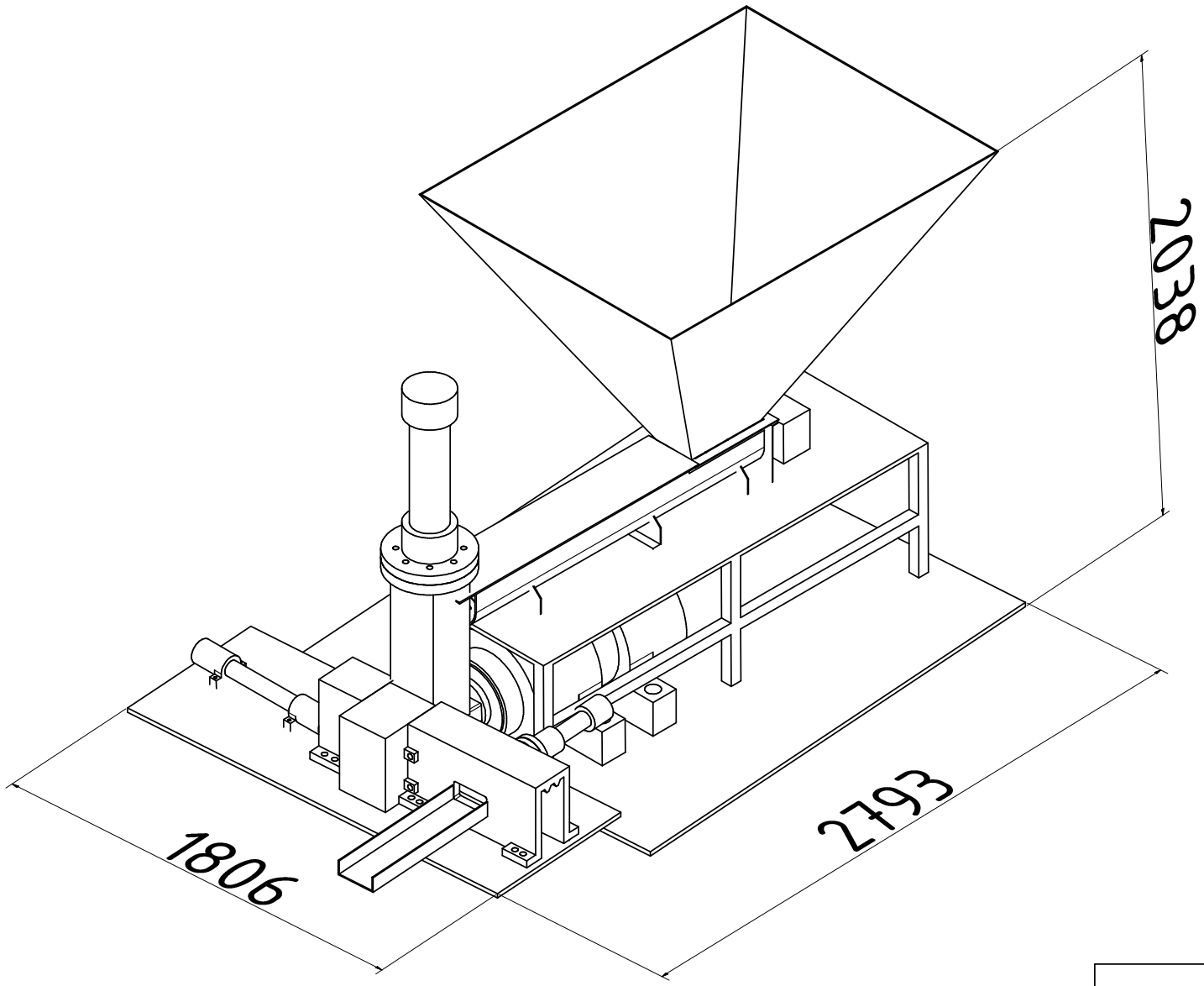

RUNG1
E0
PM
a0
b0
c0
d0
E1
(S)
E0
(R)
E1
CTU
EN
ENO
R1
CU
Q
inst
R
3
PV
CV
0
E2
(S)
E1
(R)
E1
inst
Eo
(S)
E1
(R)
E2
b0
c0
d0
E3
(S)
E2
(R)
E3
P1
a1
E4
(S)
E3
(R)
E4
b0
c2
d0
E5
(S)
E4
(R)


E5
P2
c2
d0
E6
(S)
b1
E5
(R)
E6
b2
E7
(S)
E6
(R)
E7
c1
E8
(S)
E7
(R)
E8
c1
d1
E9
(S)
E8
(R)
E9
d0
E10
(S)
E9
(R)
E10
a0
b0
c0
d0
E0
(S)
E10
(R)
END


RUNG6
E1
PE
S9
E3
a1
P1
PE
S1
E4
c2
PE
S5
E7
c1
E5
b1
P2
PE
S3
E6
PE
a0
S2
E7
PE
b0
S4
E8
E9
E10
E8
PE
S7
E9
PE
S8
E10
PE
S6
END

ANEXO E

Planos



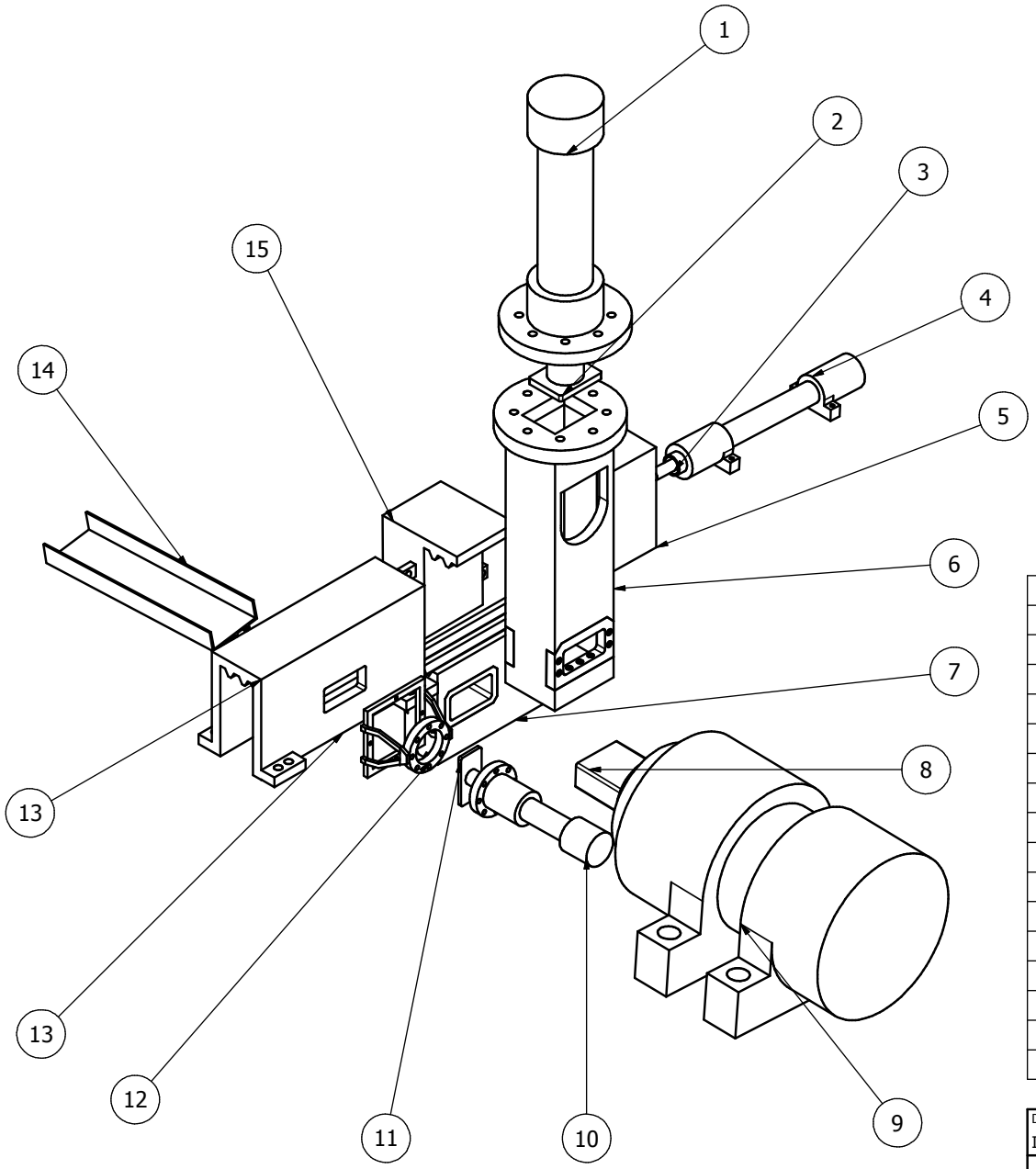
	Fecha	Nombre	
Creado	23-08-2016	ignacio	
Revisado			
Norma			

conjunto 1

1

A2

Estado	Cambios	Fecha	Nombre

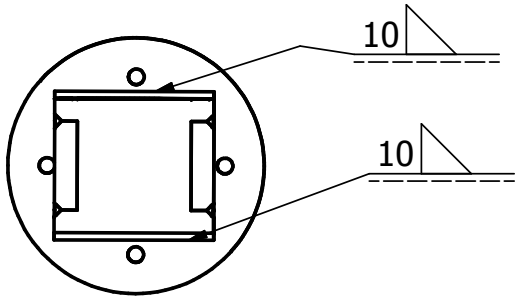


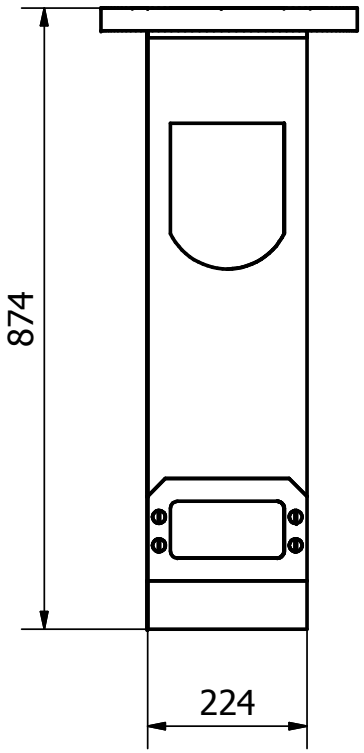
LISTA DE PIEZAS			
N° Pieza	CTDAD	Nombre	DESCRIPCIÓN
6	1	Camara precompresion	
1	1	Cilindro A	
9	1	Cilindro B	
4	1	Cilindro C	
10	1	Cilindro D	
2	1	Extremo Cilindro A	
8	1	Extremo Cilindro B	
3	1	Extremo Cilindro C	
11	1	Extremo Cilindro D	
7	1	Molde	
13	1	Molde fijo 1	
15	1	Molde fijo 2	
5	1	Molde fijo 3	
14	1	Rampa salida	
12	1	Soporte cilindro D	

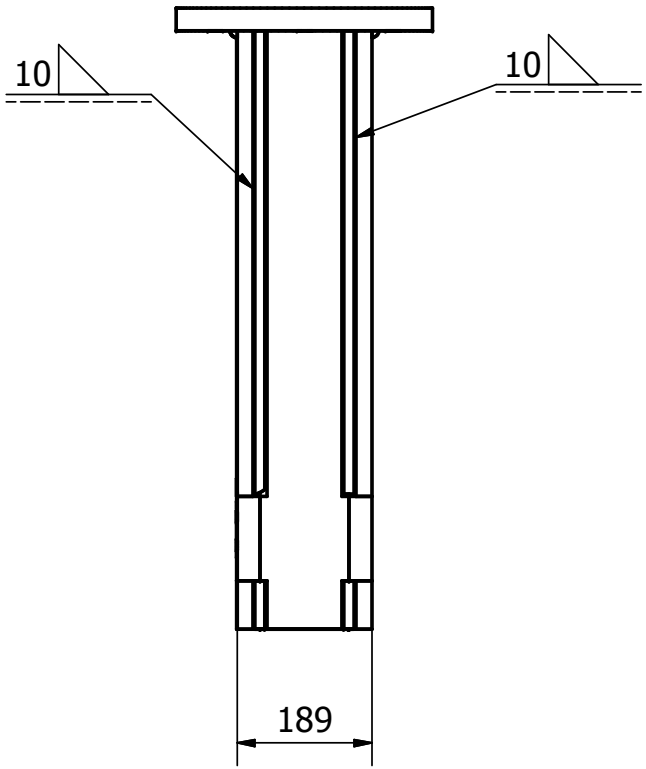
DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	DATE		DATE	
Ignacio Venegas					24-08-2016	

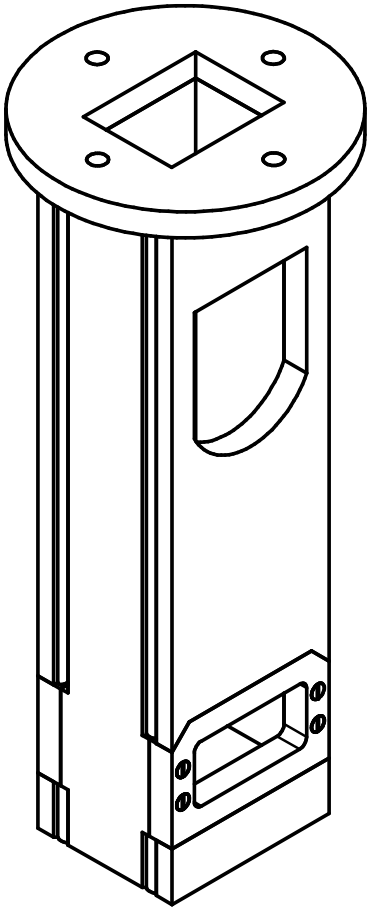
Plano despiece

ISSUE	SHEET
	1 / 1



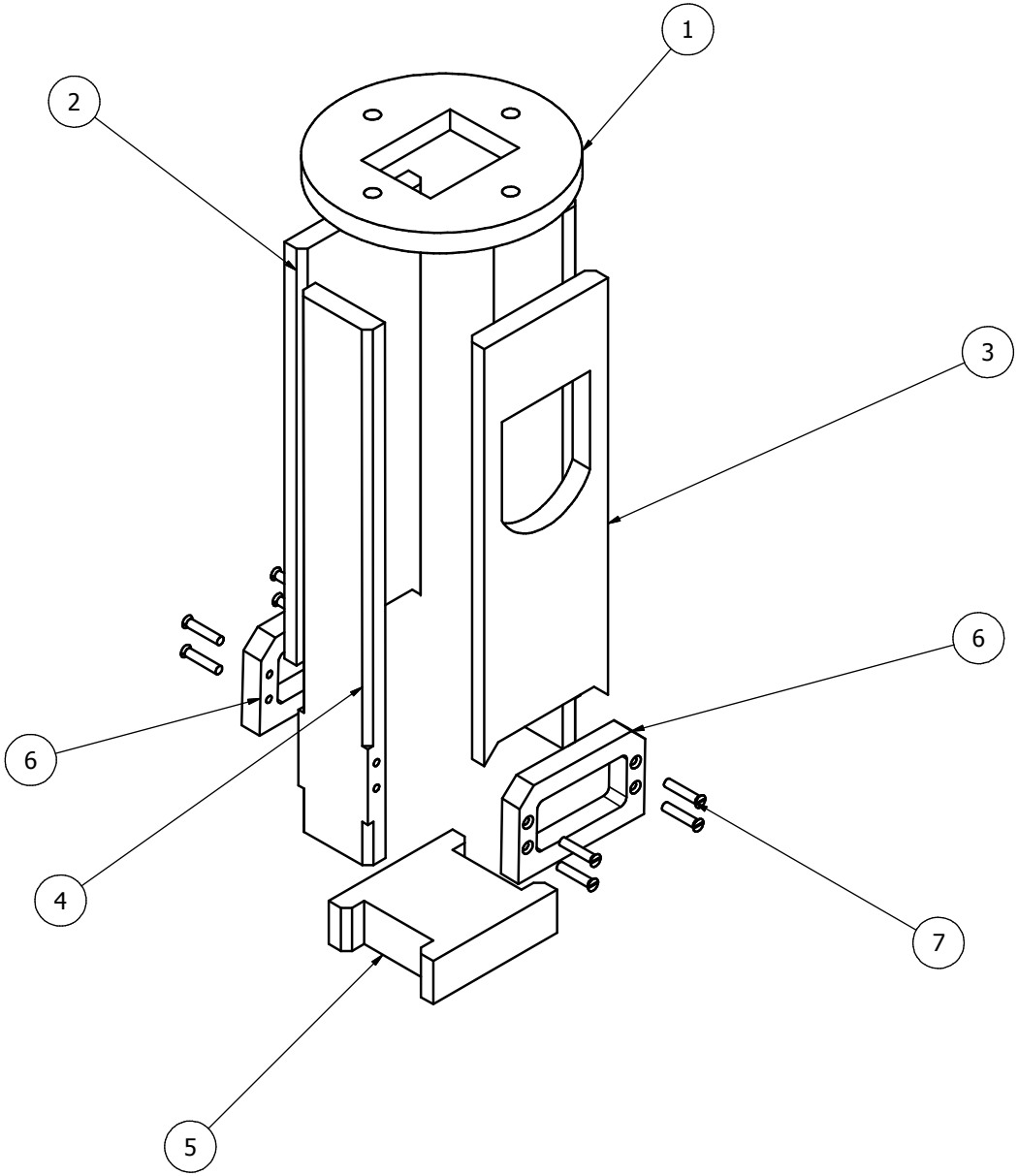






Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
Ignacio Venegas					25-08-2016	

Elementos soldados con electrodo E7018	Camara de precompresion		
	6	Edición	Hoja 1 / 1

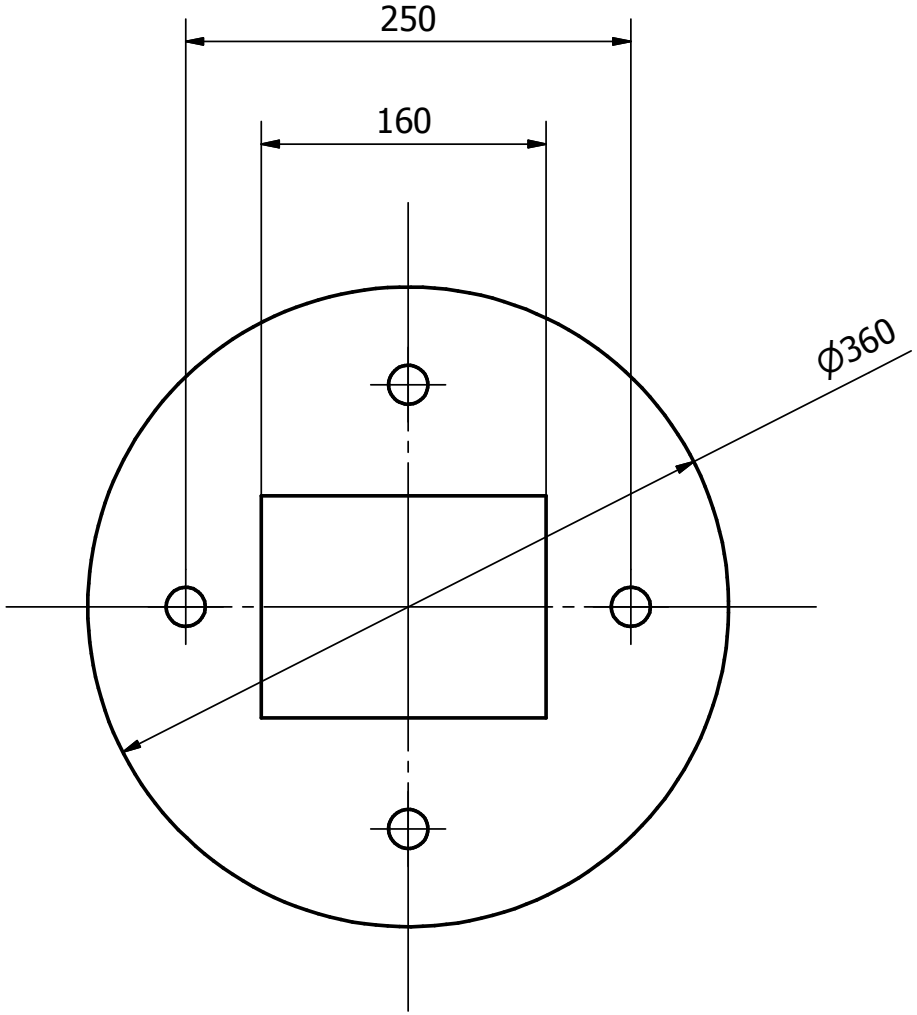


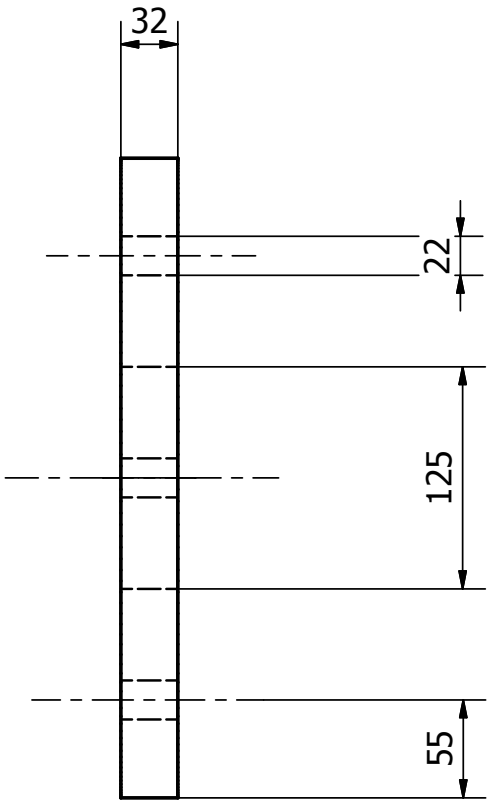
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	6.1	Acero A572
2	1	6.2	Acero A572
3	1	6.3	Acero A572
4	2	6.4	Acero A572
5	1	6.5	Acero SAE 1045
6	2	6.6	Acero SAE 4140
7	8	6.7	Perno M12x1.75-56 Cabeza avellanada

Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
Ignacio Venegas					26-08-2016	

Plano despiece camara precompresion

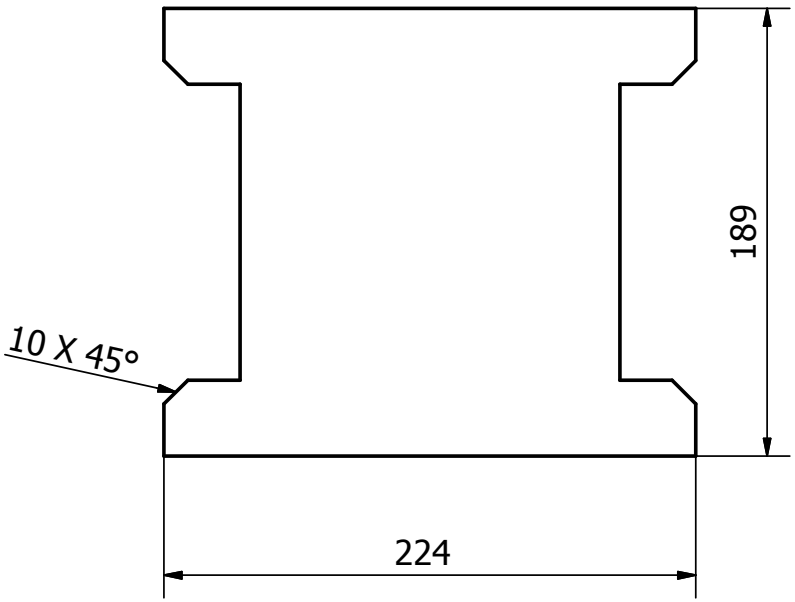
6	Edición	Hoja 1 / 1

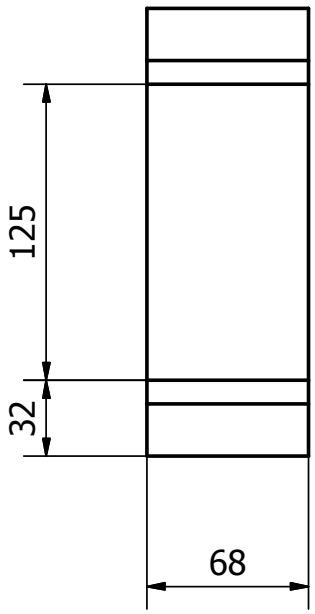


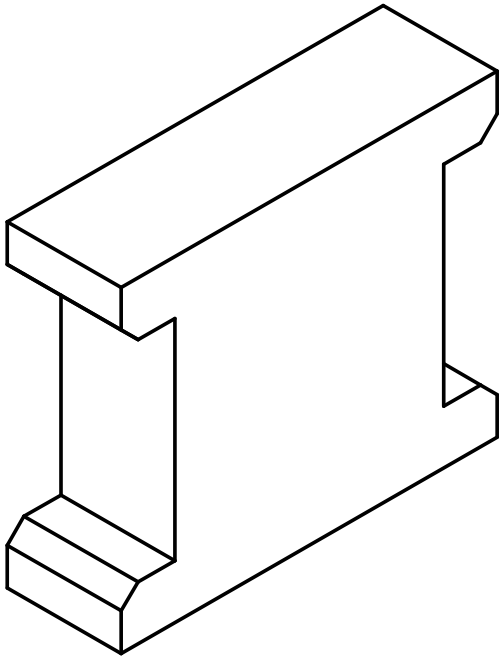


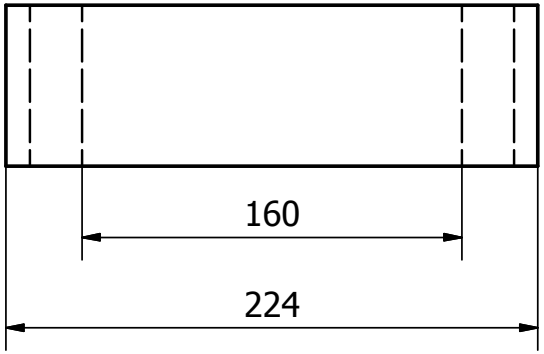
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala 1:4
Ignacio Venegas					25-08-2016	

Acero ASTM A572	Camara de pre compresion 6-1		
	6-1	Edición	Hoja 1 / 1

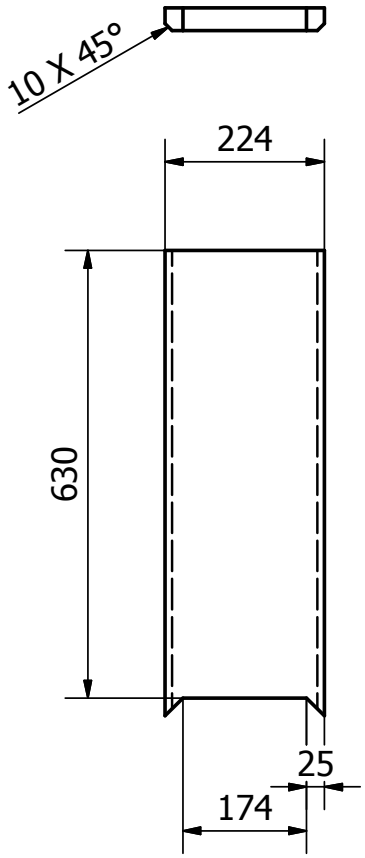




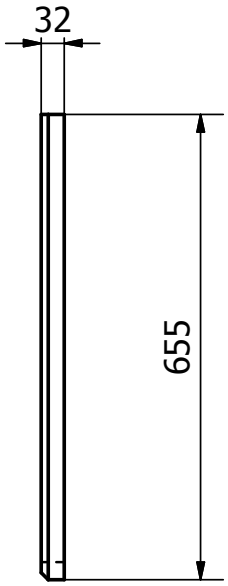


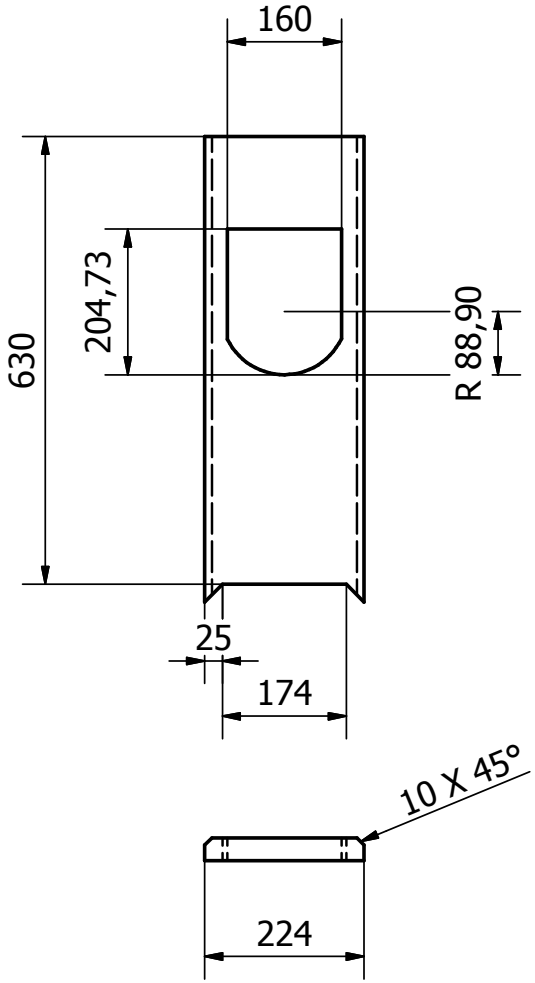


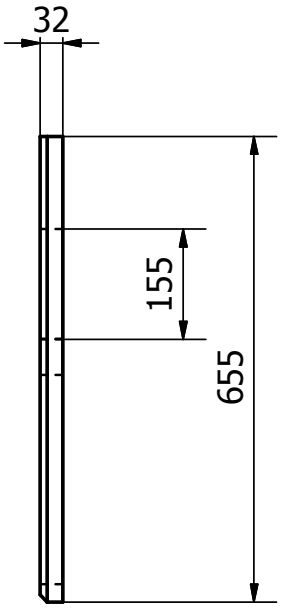
Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 26-08-2016	Escala 1:3
Acero SAE 1045		Camara de compresion 5			
		6.5 b		Edición	Hoja 1 / 1



6-2

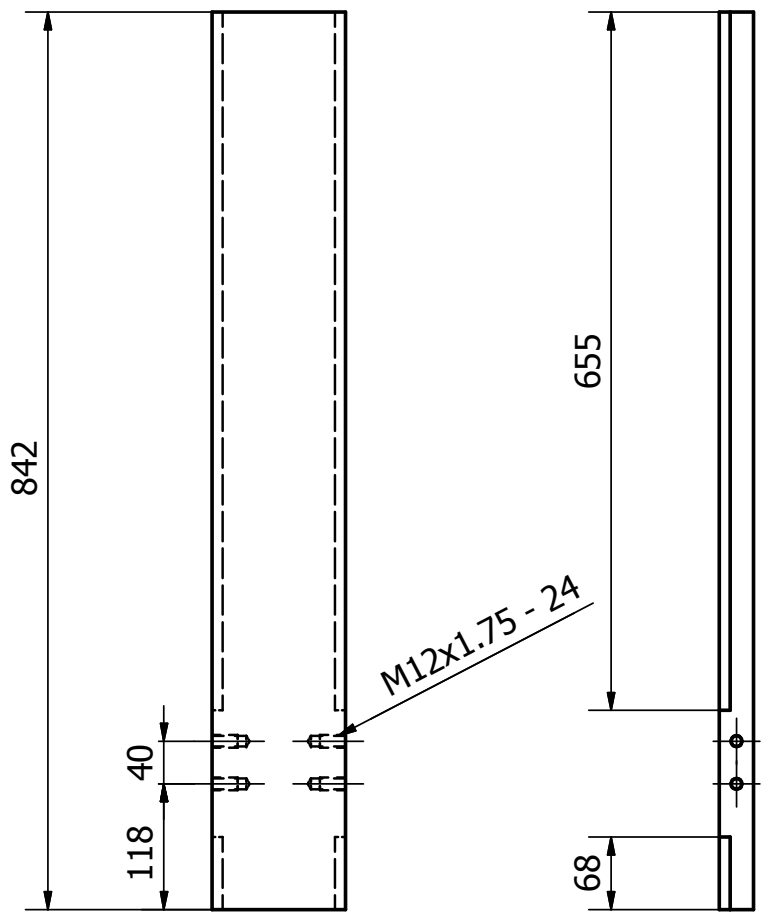


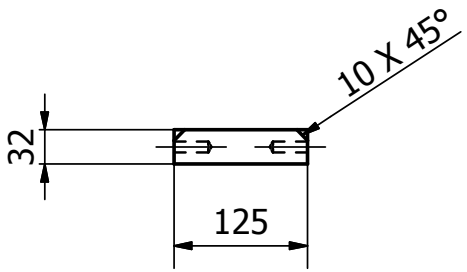




6-3

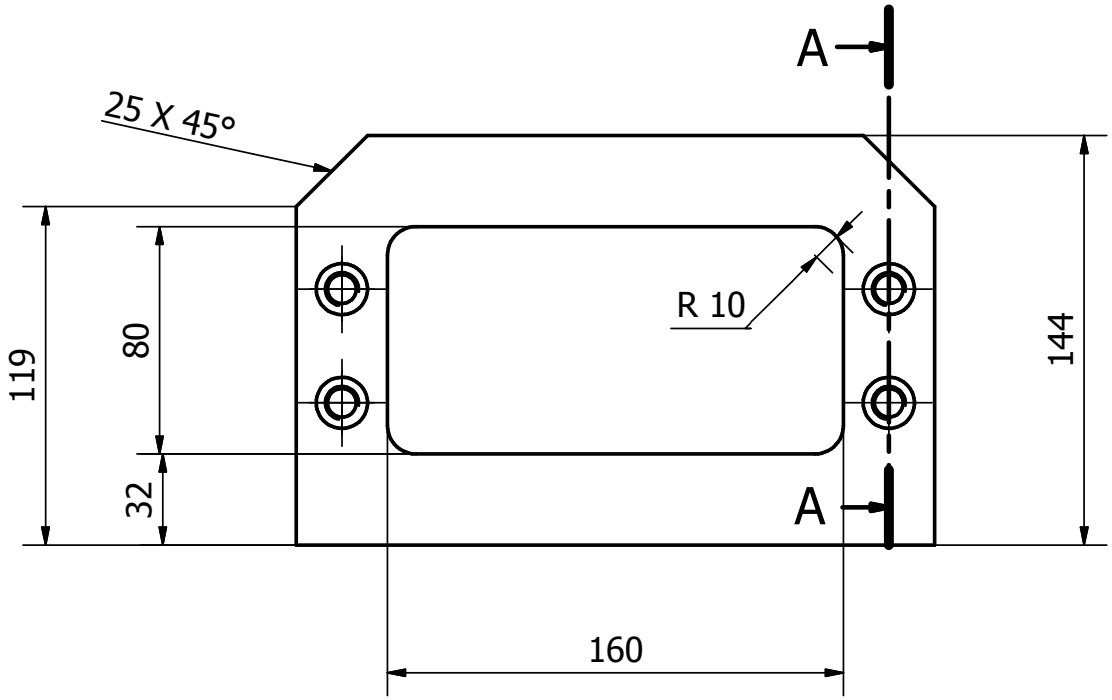
Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por Fecha		Fecha 25-08-2016	Escala 1:10
Acero ASTM A 572		Camara de precompresion 6-2 y 6-3			
		6-2 y 6-3		Edición	Hoja 1 / 1



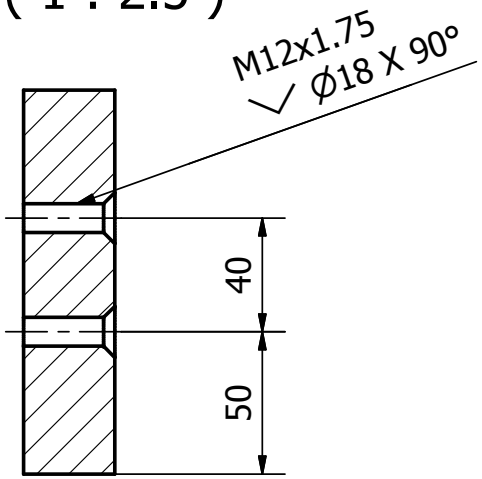


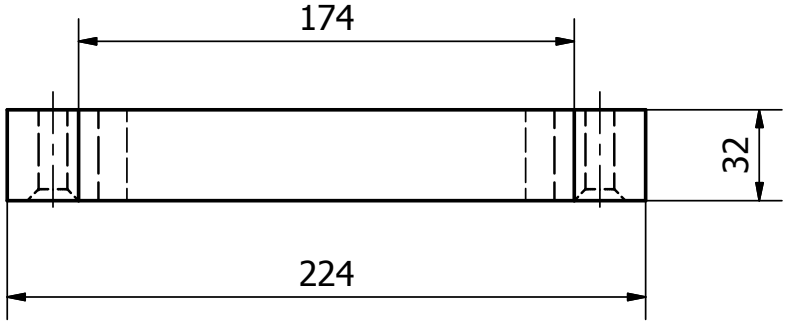
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala
Ignacio Venegas					25-08-2016	0.15:1

Acero ASTM A572	Camara precompresion 6-4		
	6-4	Edición	Hoja 1 / 1

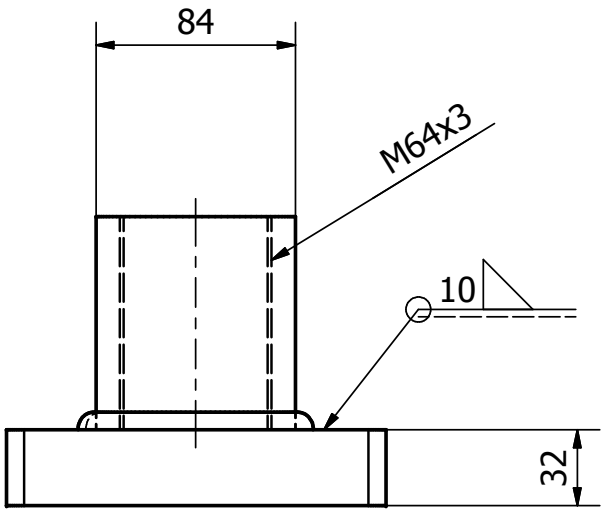


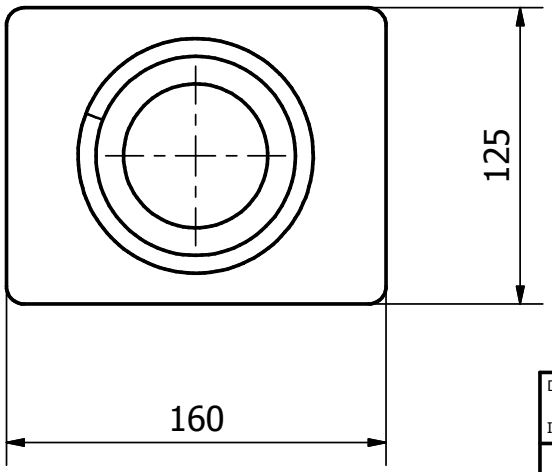
A-A (1 : 2.5)

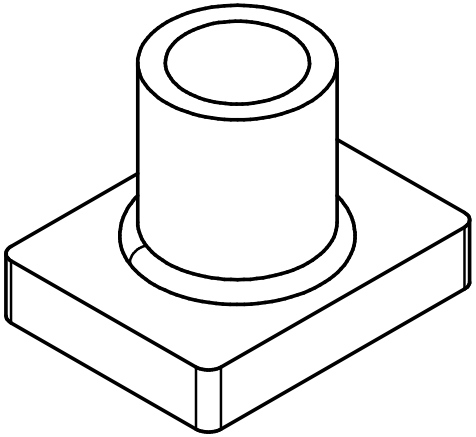




Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 25-08-2016	Escala 1:2.5
Acero SAE 4140		Camara de precompresion 6-6			
		6-6		Edición	Hoja 1 / 1

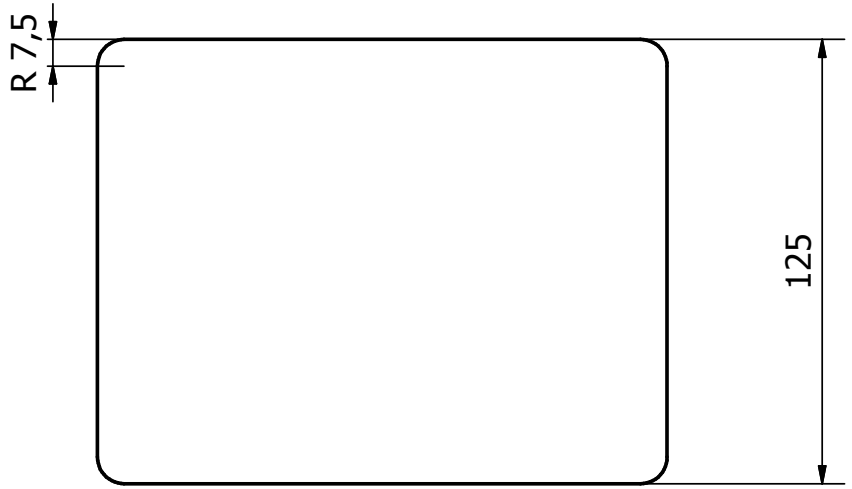


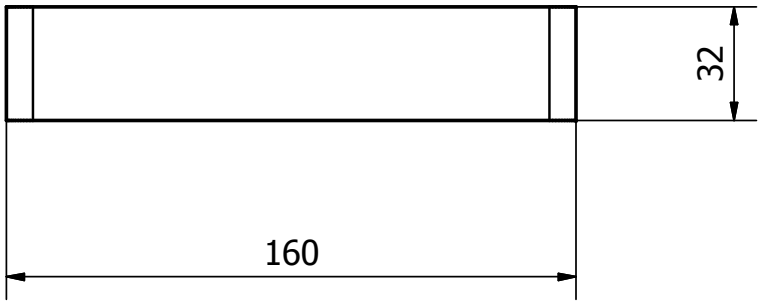




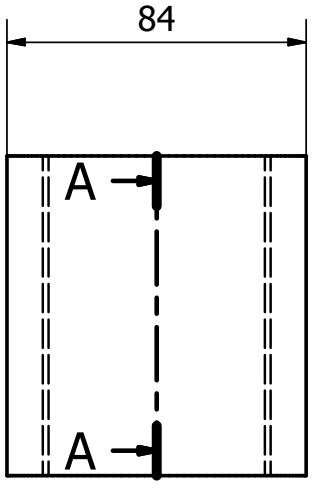
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala 1:4
Ignacio Venegas					30-08-2016	

Soldadura con Electrodo E 7018	Extremo Cilindro A		
	2	Edición	Hoja 1 / 1

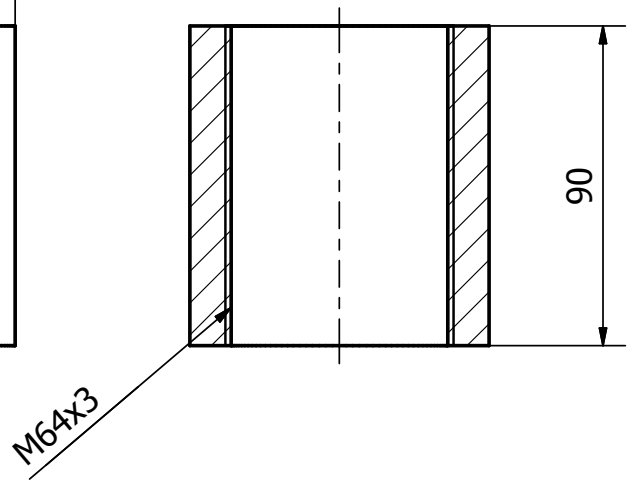




2-1



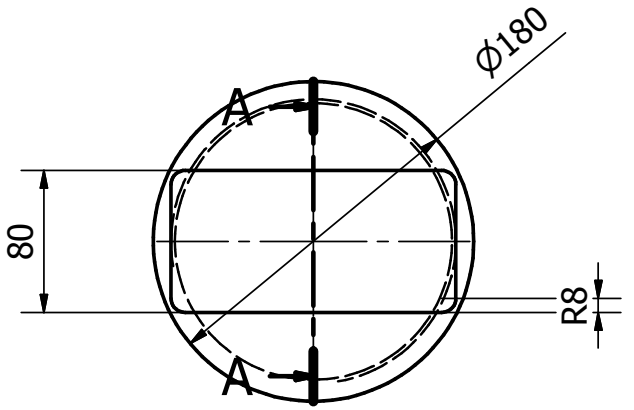
A-A (1 : 2)

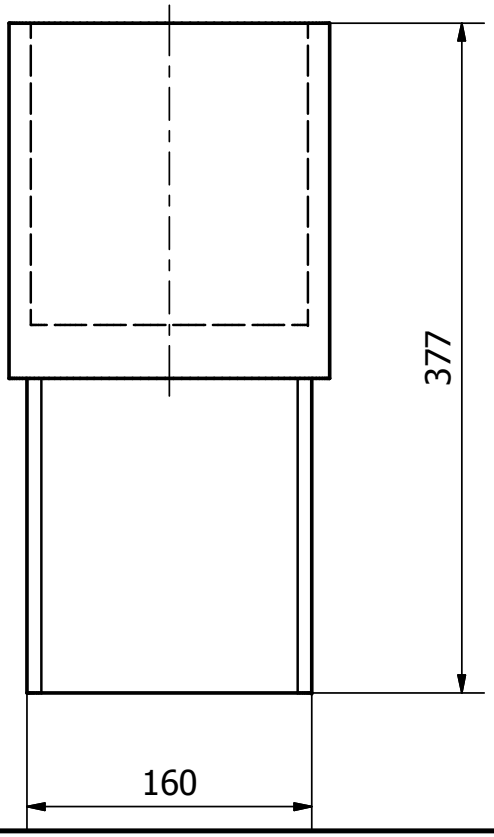


2-2

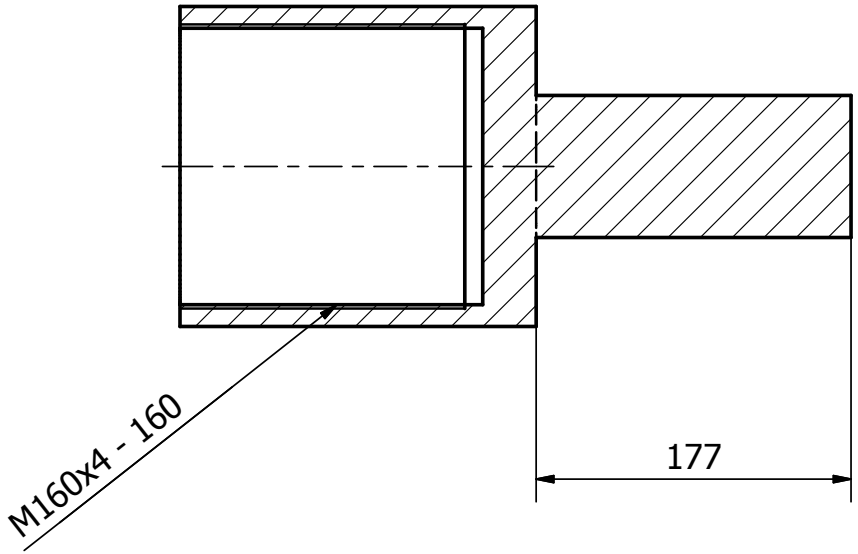
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala 1:2
Ignacio Venegas					29-08-2016	

2-1 Acero ASTM A572 2-2 Acero SAE 1045	Extremo Cilindro A 2-1 y 2-2		
	2-1, 2-2	Edición	Hoja 1 / 1

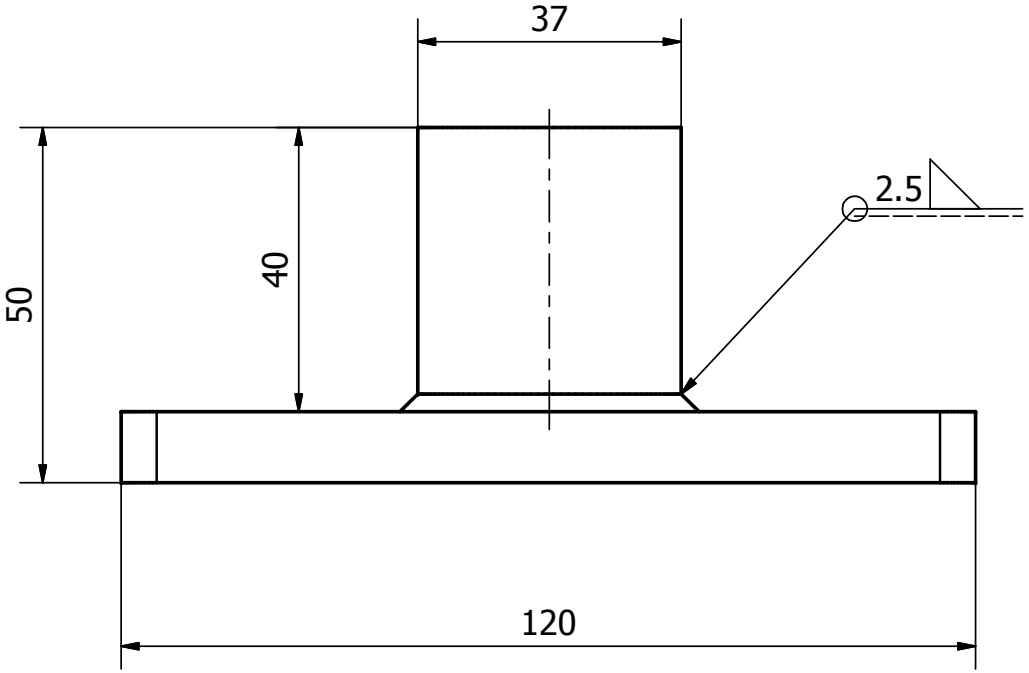


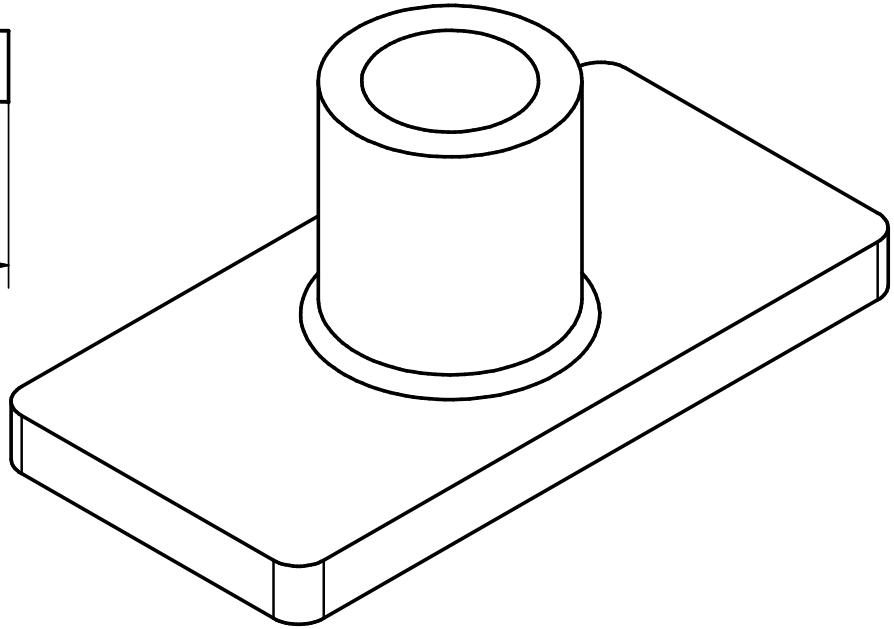


A-A (1 : 4)

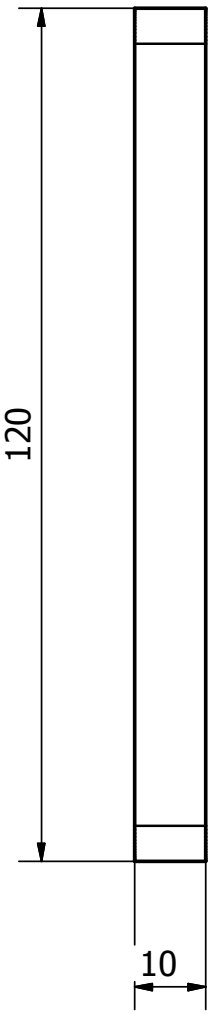


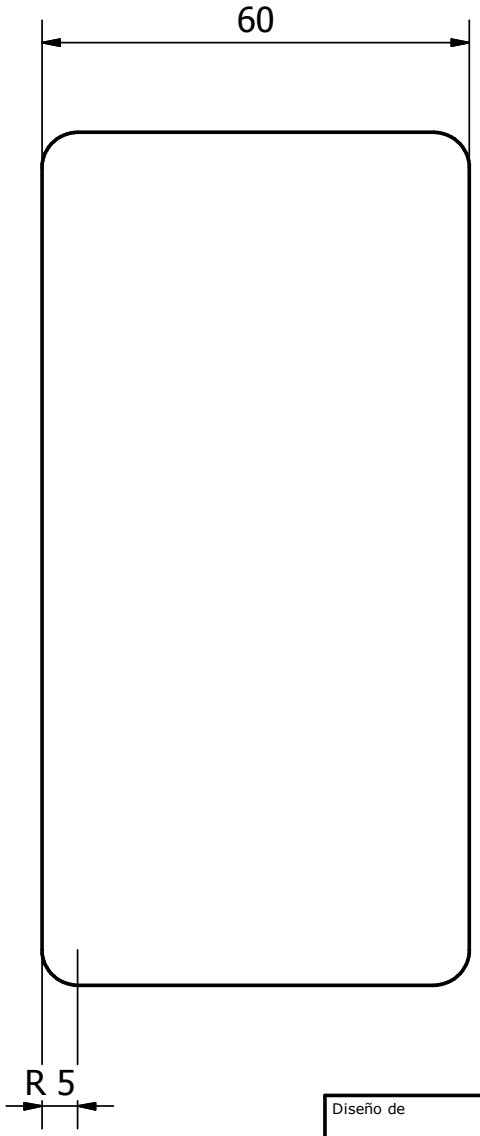
Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 19-10-2016	Escala 1:4
Acero SAE 1045		Extremo Cilindro B			
		8		Edición	Hoja 1 / 1



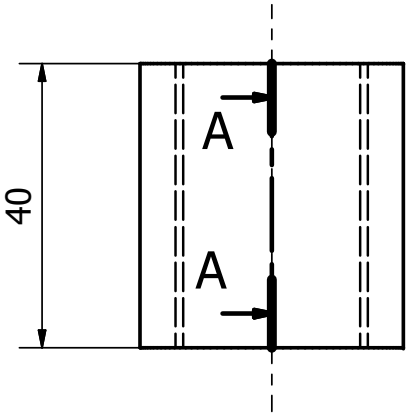


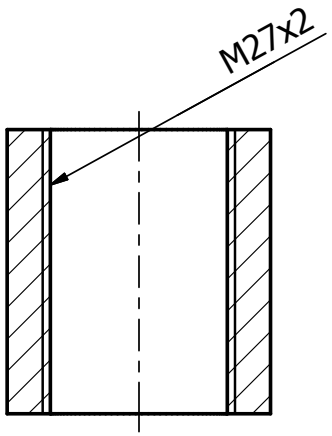
Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 31-08-2016	Escala 1:1
Soldadura con electrodo E7018		Extremo Cilindro D			
		11		Edición	Hoja 1 / 1



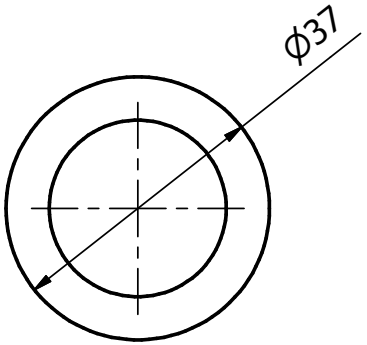


11-1





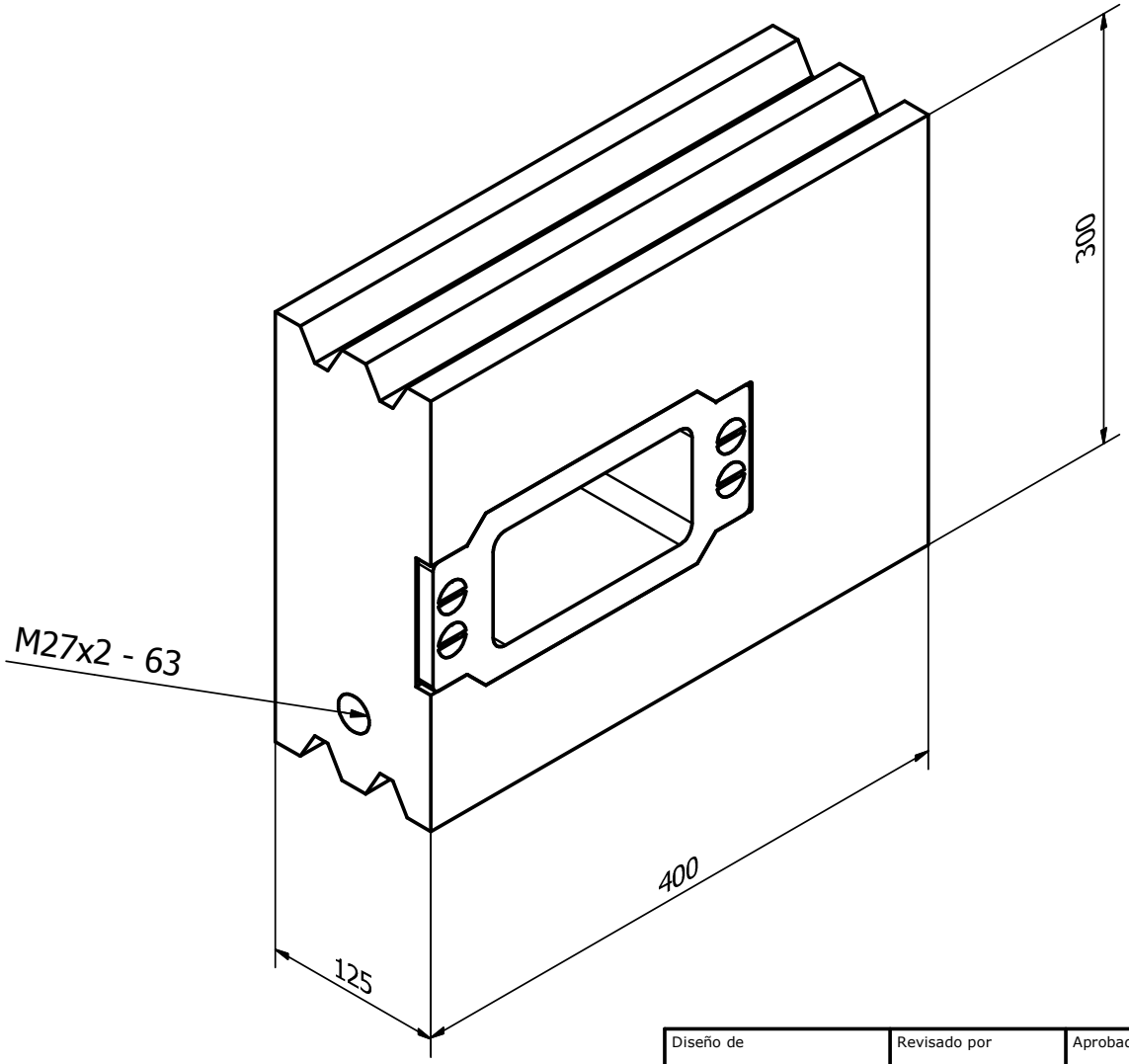
A-A (1: 1)



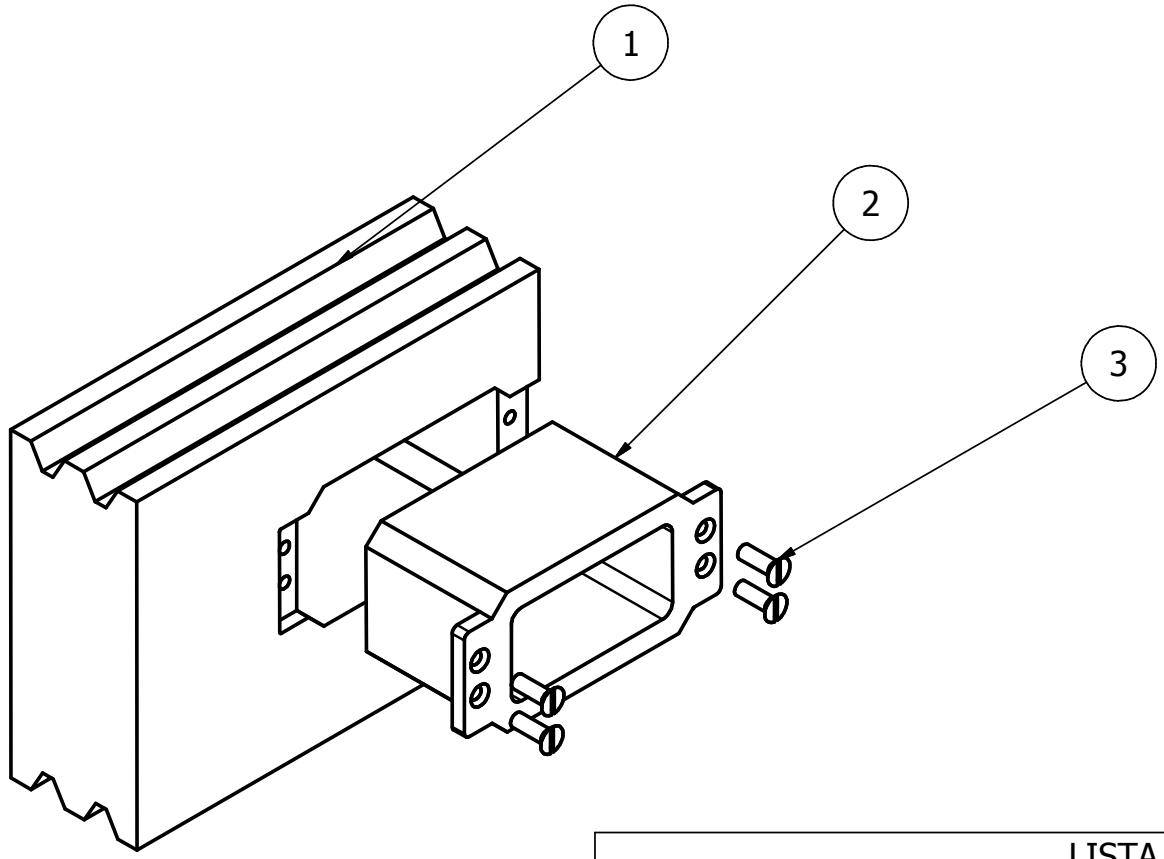
11-2

Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala 1:1
Ignacio Venegas					31-08-2016	

11-1 Acero ASTM A36 11-2 Acero SAE 1045	Extremo Cilindro D 11-1 y 11-2		
	11-1, 11-2	Edición	Hoja 1 / 1



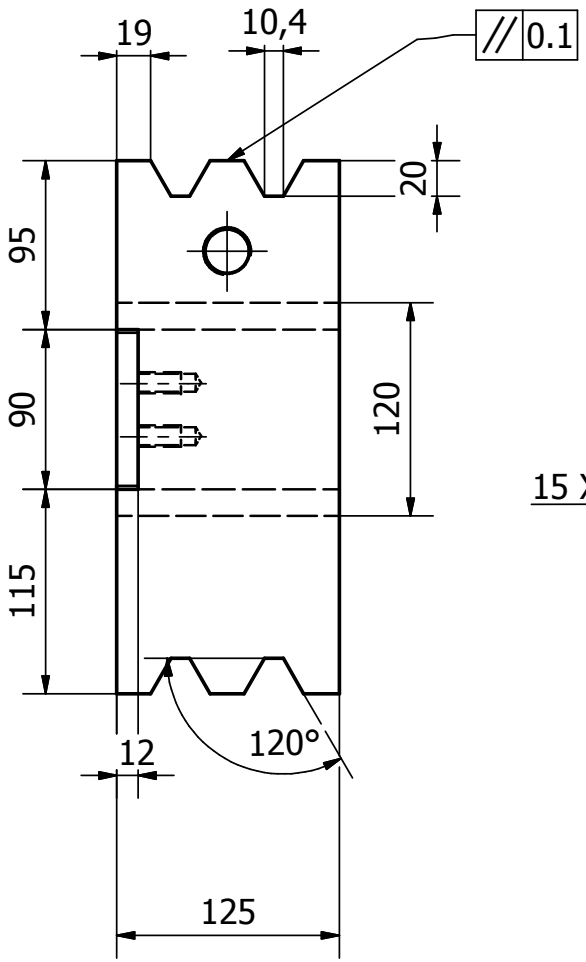
Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 31-08-2016	Escala 1:4
		Molde			
		7		Edición	Hoja 1 / 1

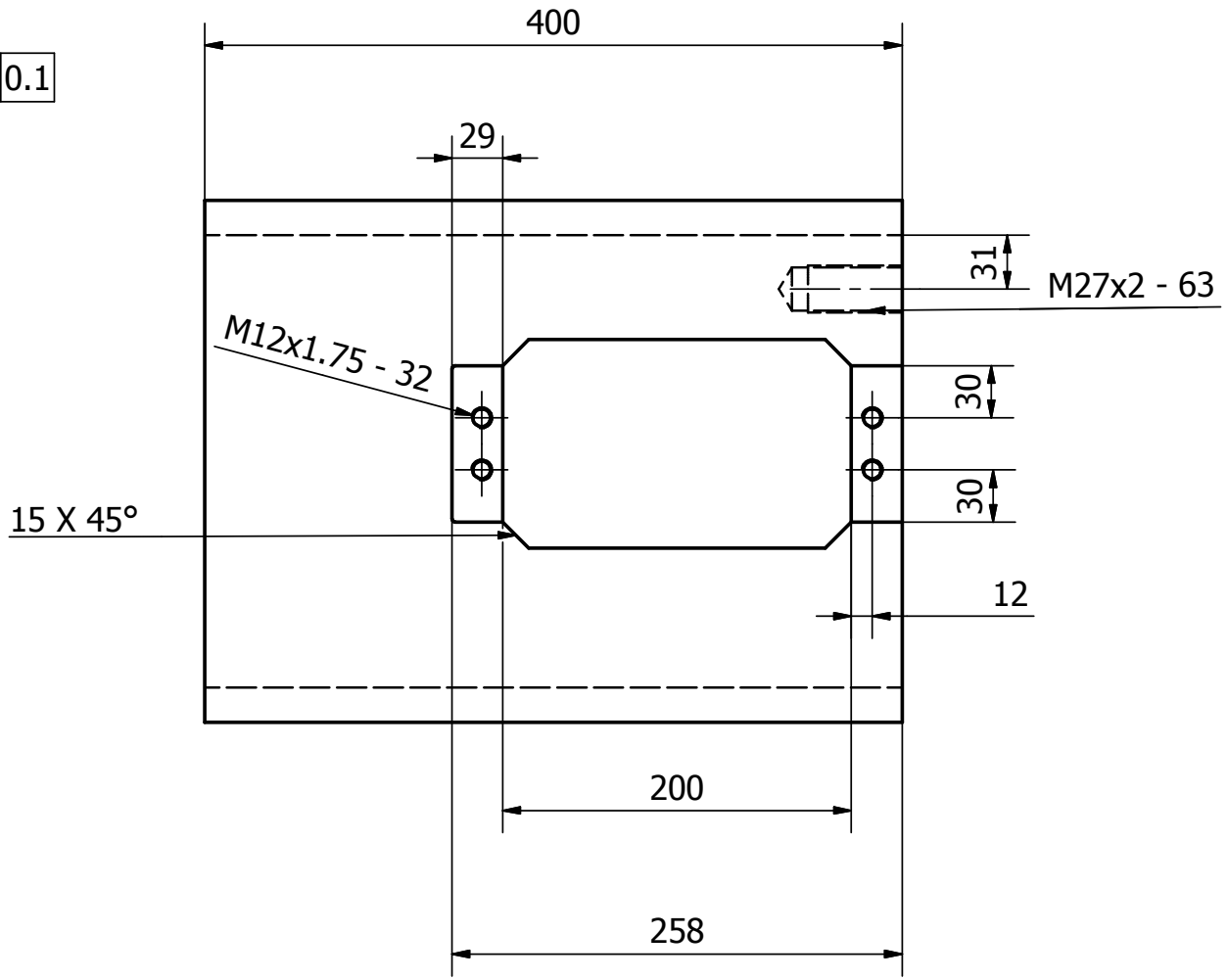


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	7-1	SAE 1045
2	1	7-2	SAE 4140
3	4	7-3	Perno cabeza avellanada M12X1.75-30

Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Escala 0.2:1
Ignacio Venegas				29-08-2016	

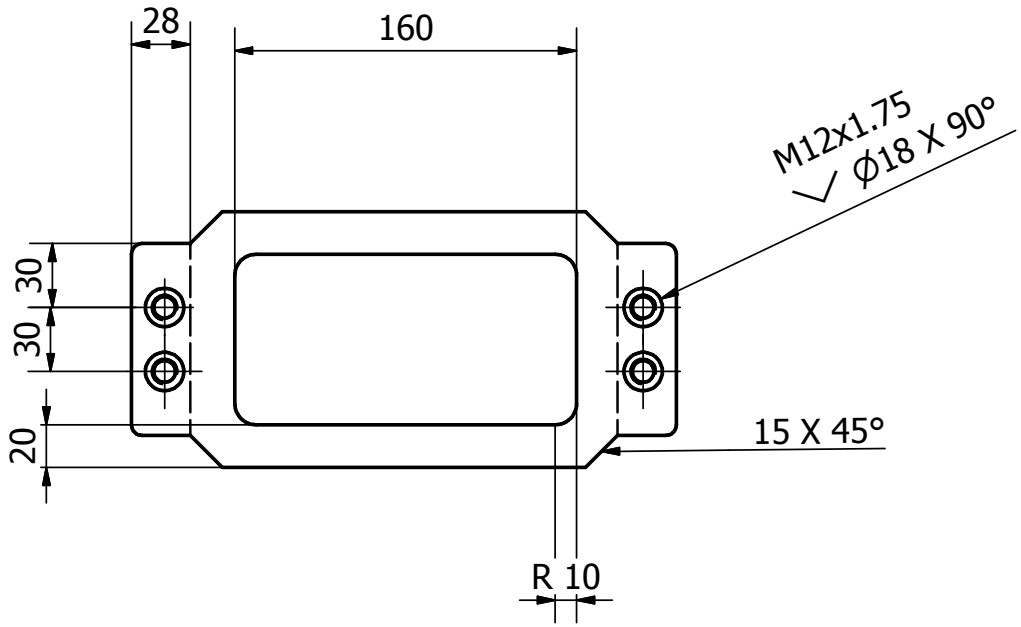
Plano despiece molde		
7	Edición	Hoja 1 / 1

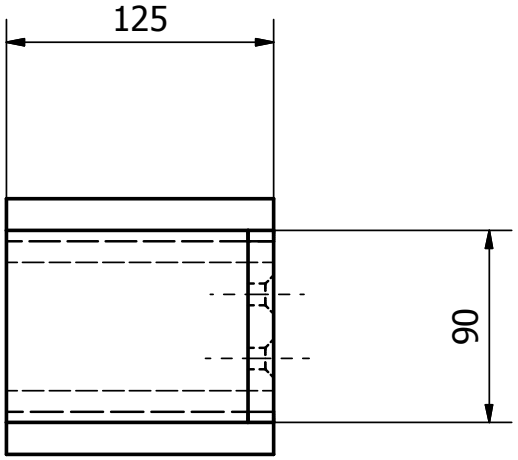


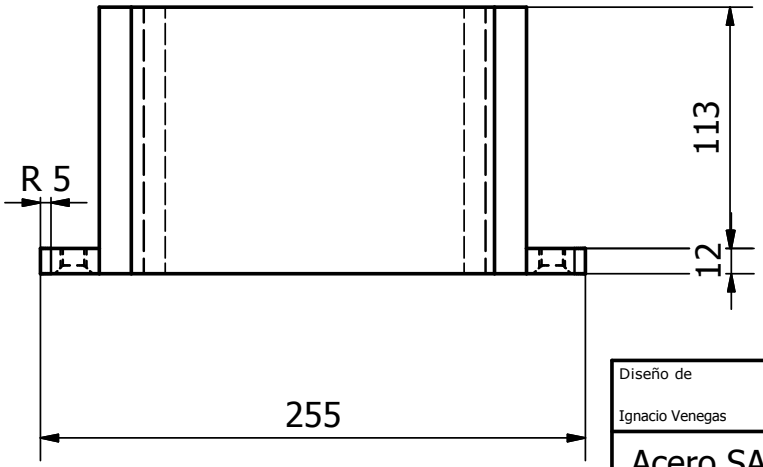


Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala 1:4
Ignacio Venegas					29-08-2016	

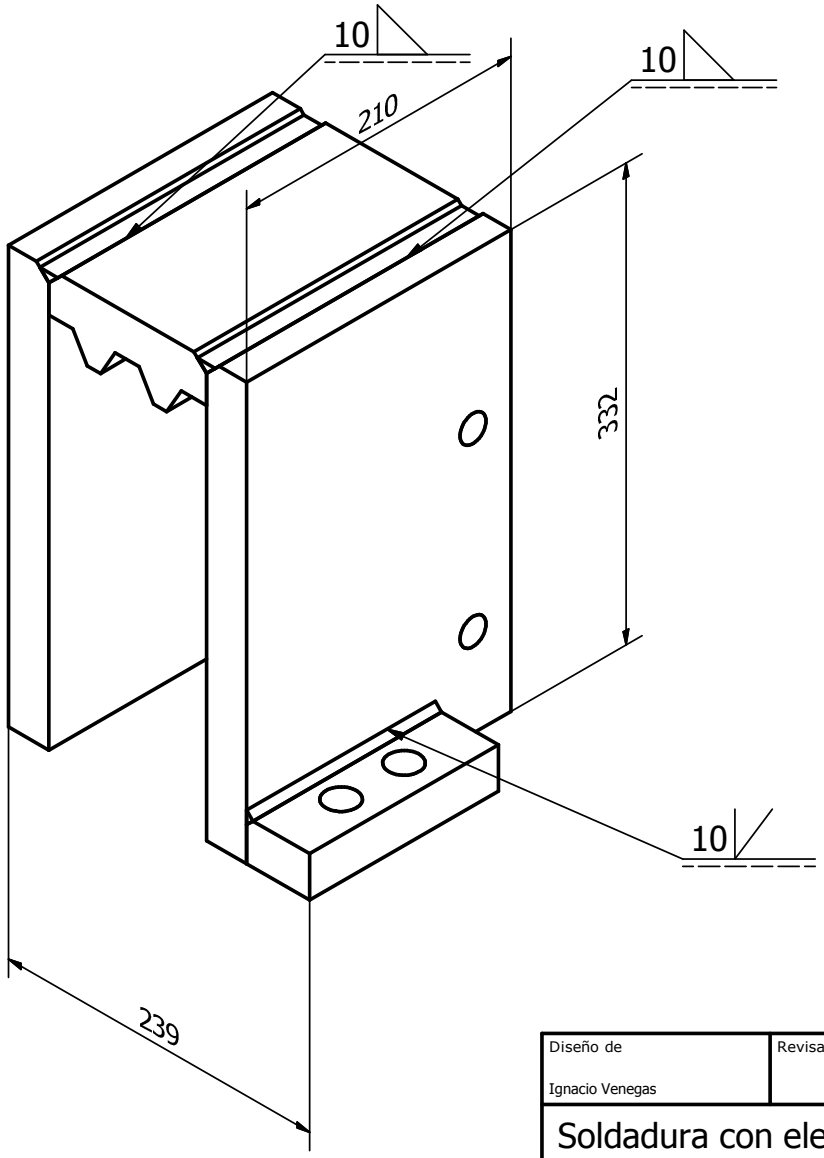
Acero SAE 1045	Molde 7-1		
	7-1	Edición	Hoja 1 / 1



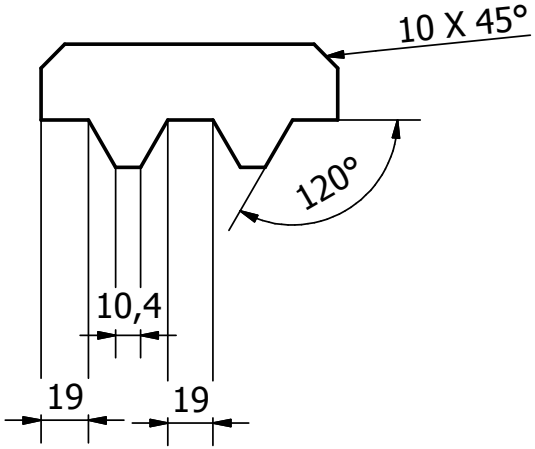


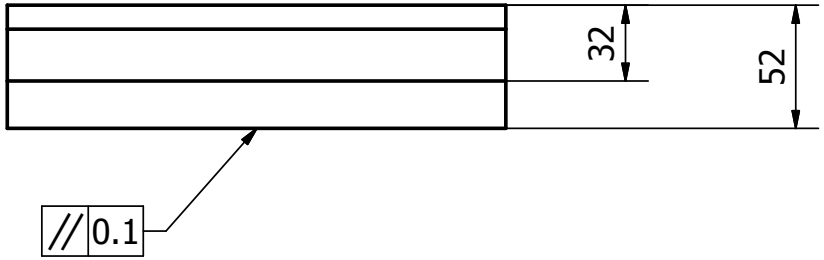


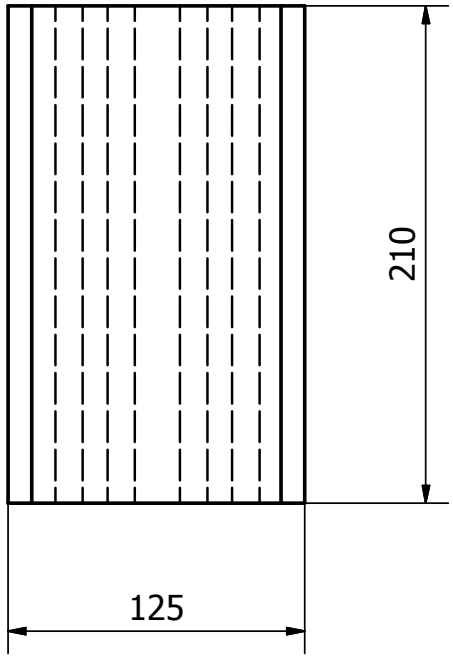
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala
Ignacio Venegas					29-08-2016	1:0.3
Acero SAE 4140			Molde 7-2			
			7-2		Edición	Hoja 1 / 1

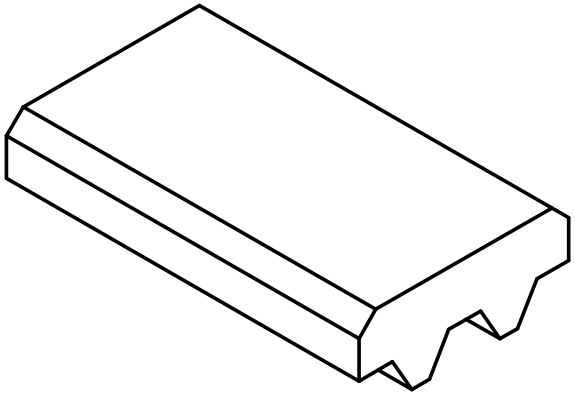


Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 31-08-2016	Escala 1:4
Soldadura con electrodo E7018		Molde Fijo 5			
		5		Edición	Hoja 1 / 1



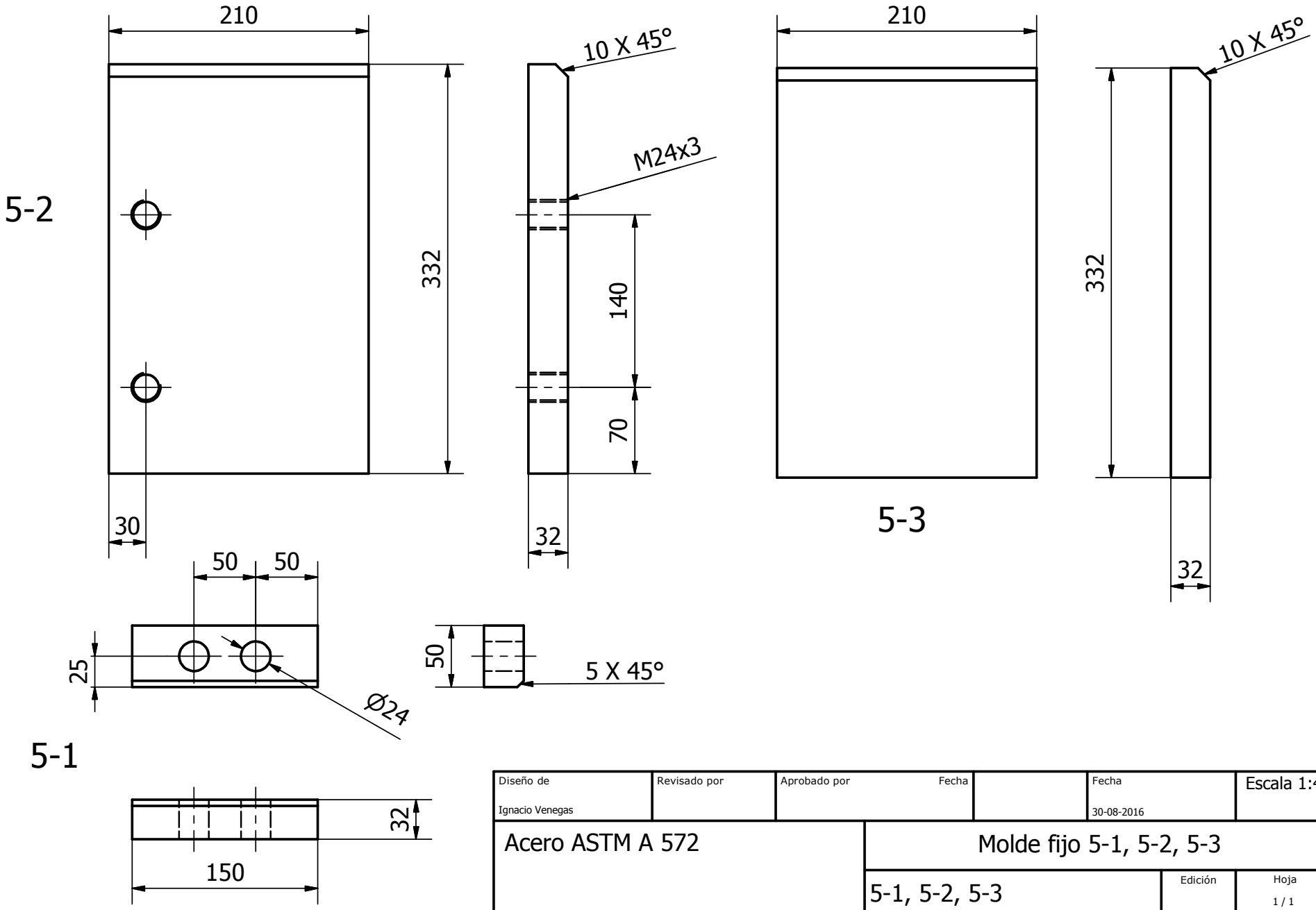




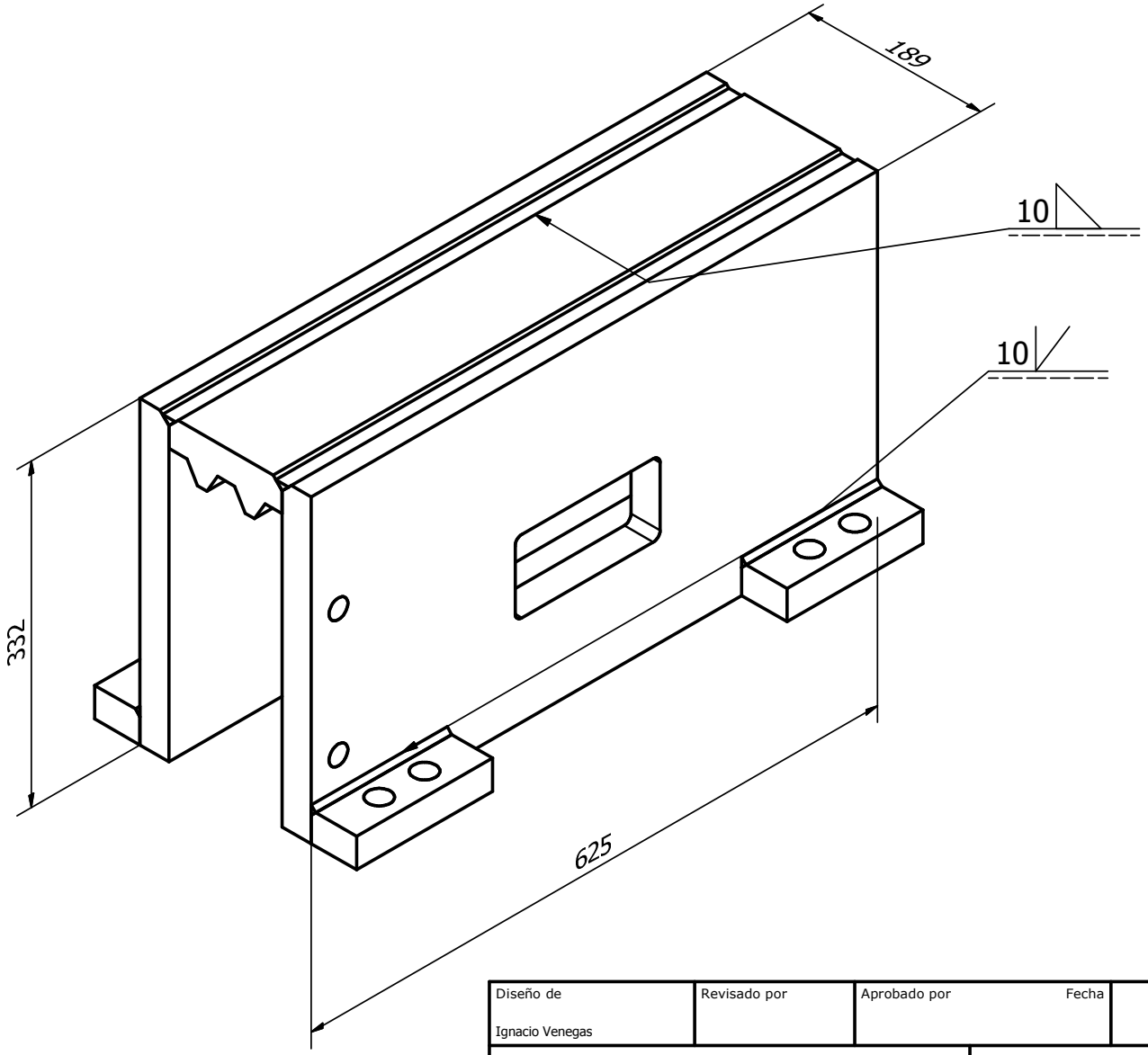


Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala 1:3
Ignacio Venegas					30-08-2016	

Acero ASTM A 572	Molde fijo 5-4		
	5-4	Edición	Hoja 1 / 1

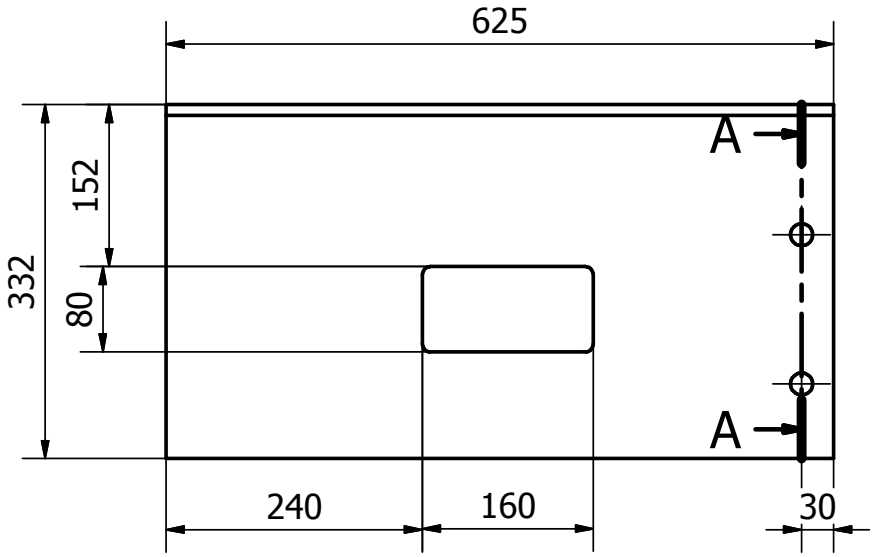


Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 30-08-2016	Escala 1:4
Acero ASTM A 572		Molde fijo 5-1, 5-2, 5-3			
		5-1, 5-2, 5-3		Edición	Hoja 1 / 1

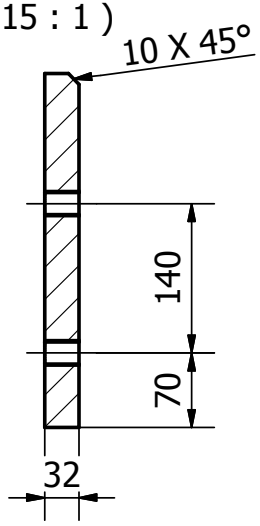


Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala 1:5
Ignacio Venegas					31-08-2016	

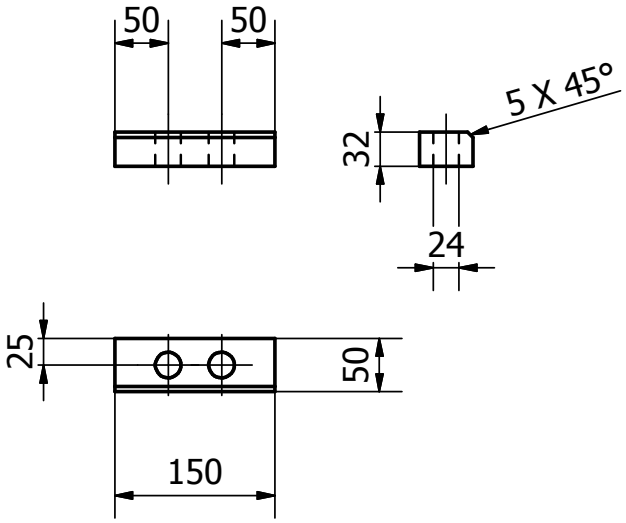
Soldadura con electrodo E7018	Molde Fijo 13		
	13	Edición	Hoja 1 / 1



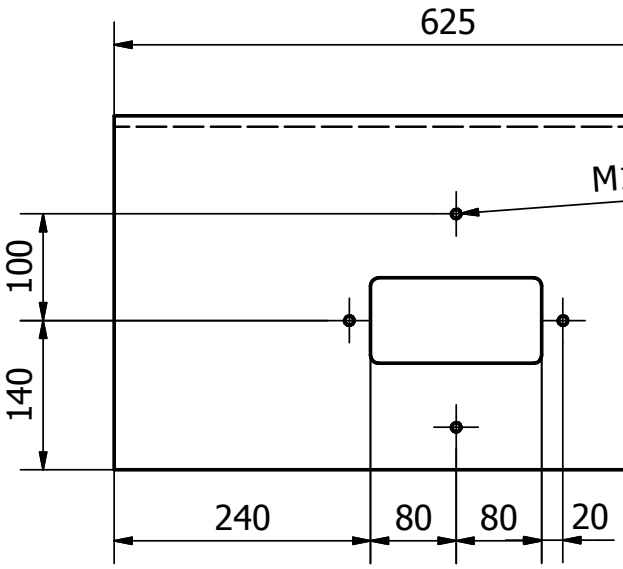
A-A (0.15 : 1)



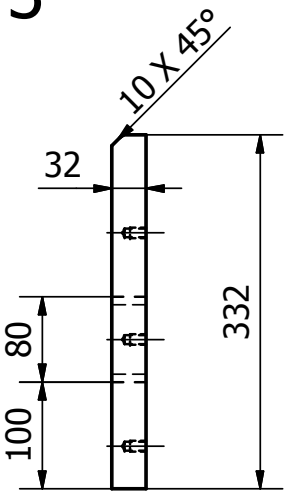
13-3



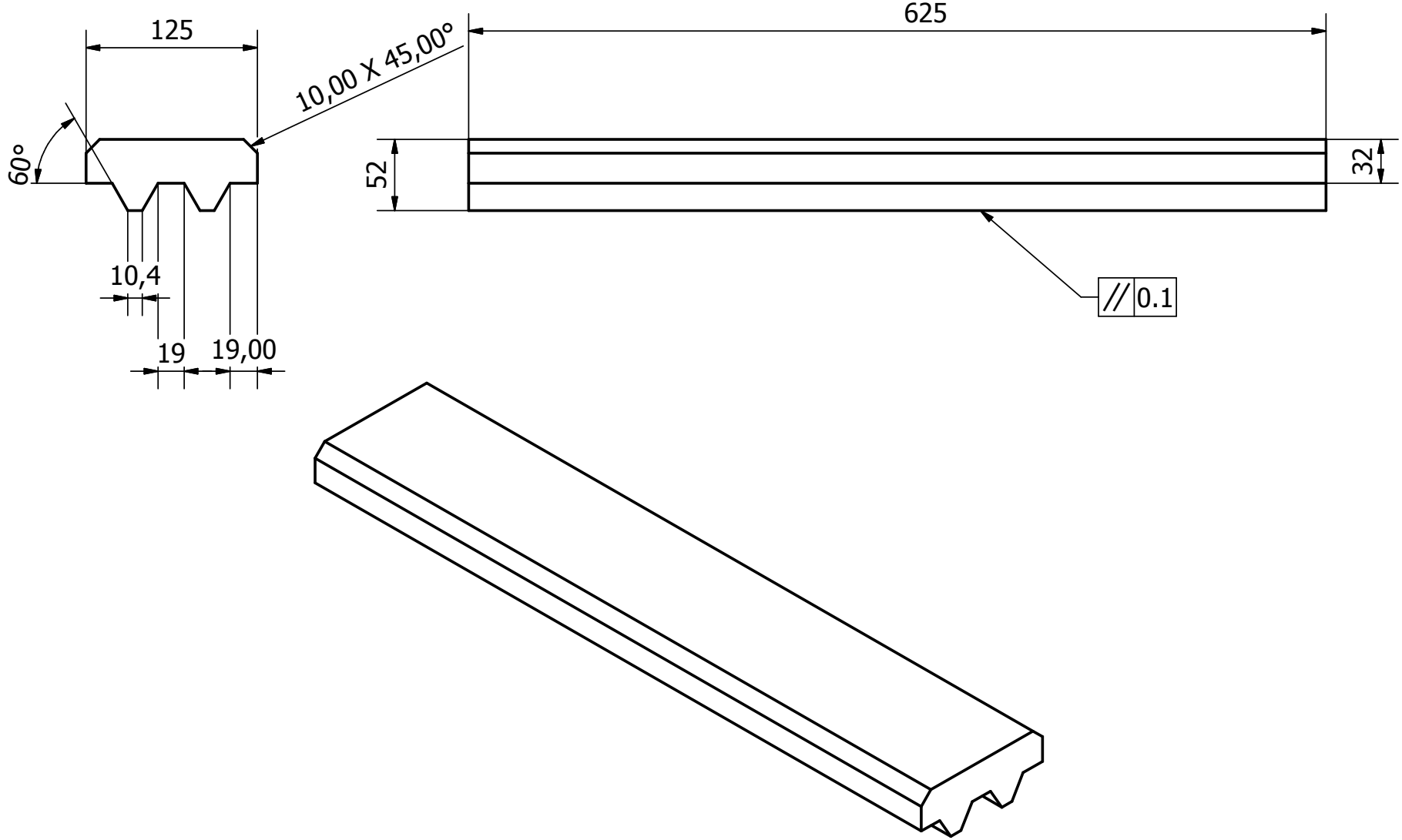
13-1



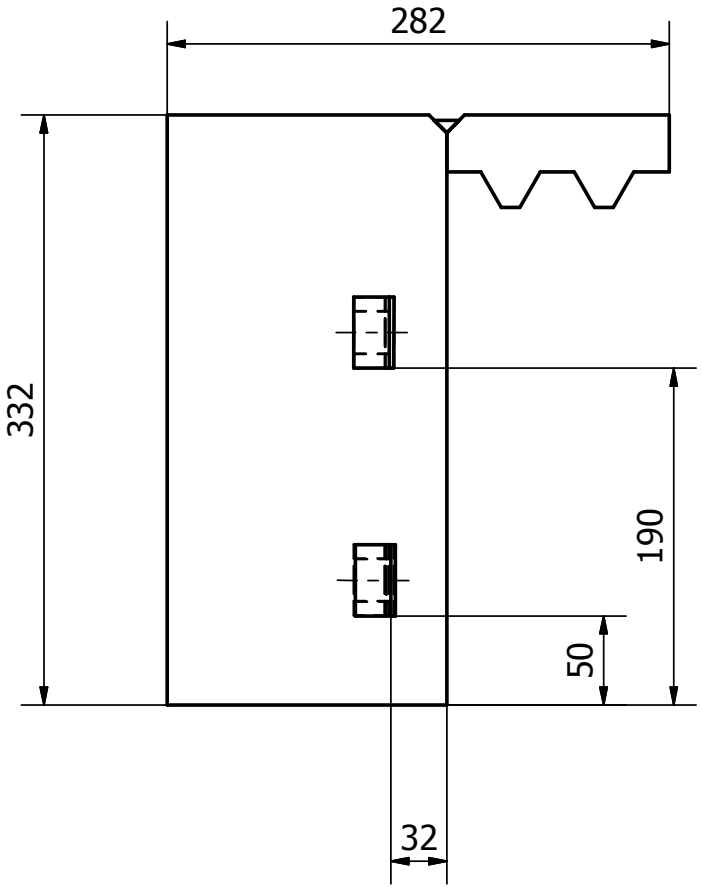
13-2

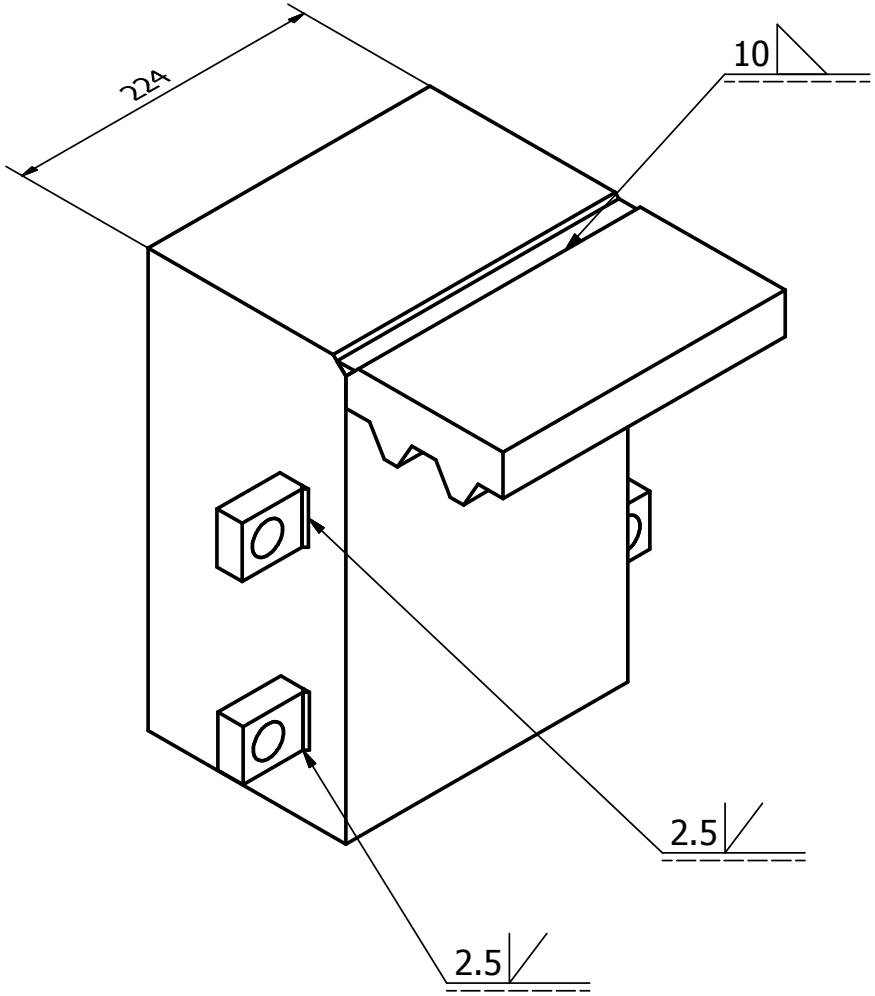


Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	Escala
Ignacio Venegas					30-08-2016	0.15:1
Acero ASTM A572		Molde Fijo 13-1, 13-2, 13-3				
		13-1, 13-2, 13-3			Edición	Hoja 1 / 1

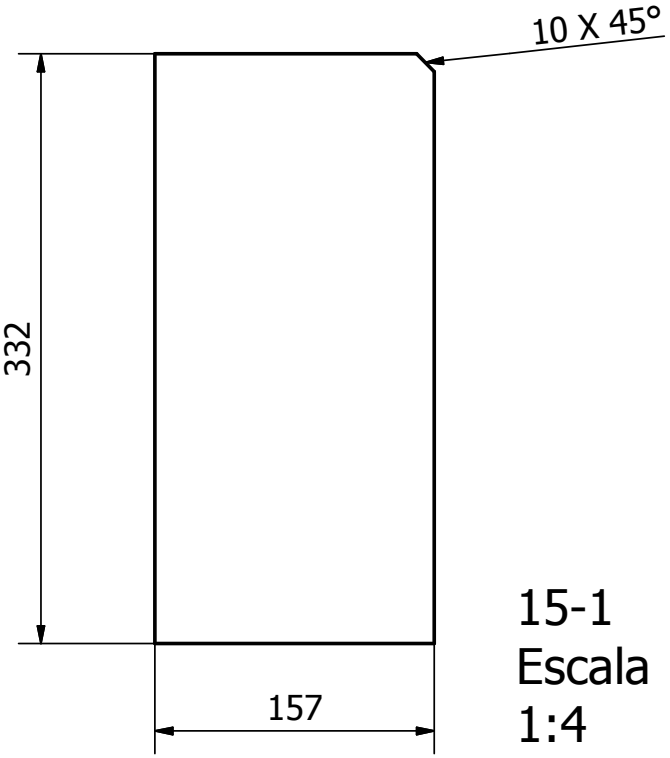


Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 30-08-2016	Escala 1:4
Acero ASTM A 572		Molde Fijo 13-4			
		13-4		Edición	Hoja 1 / 1

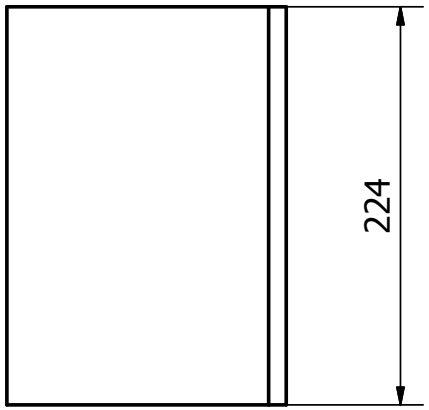


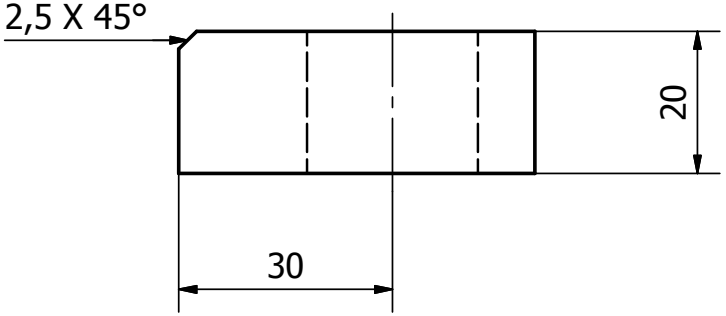


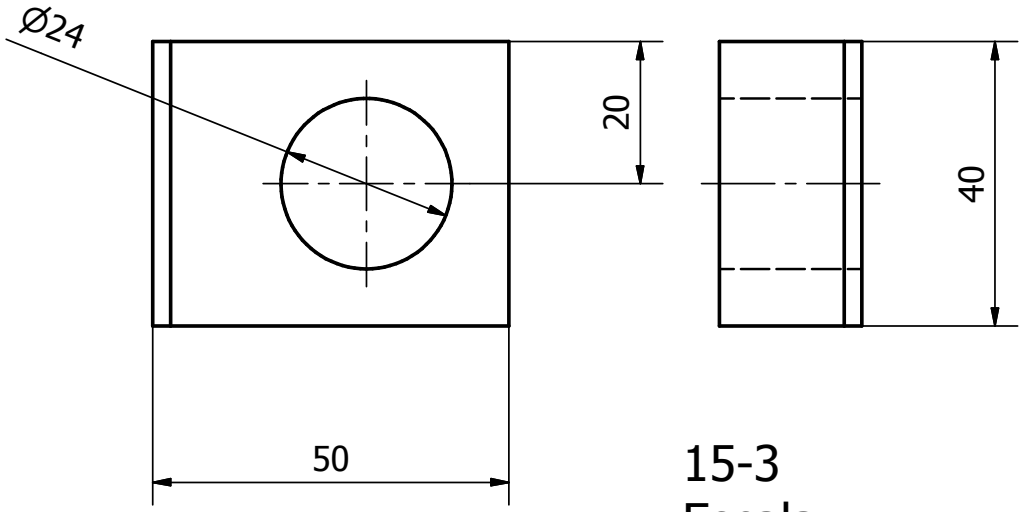
Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 31-08-2016	Escala 1:4
Soldadura con Electroda E 7018		Molde fijo 15			
		15		Edición	Hoja 1 / 1



15-1
Escala
1:4



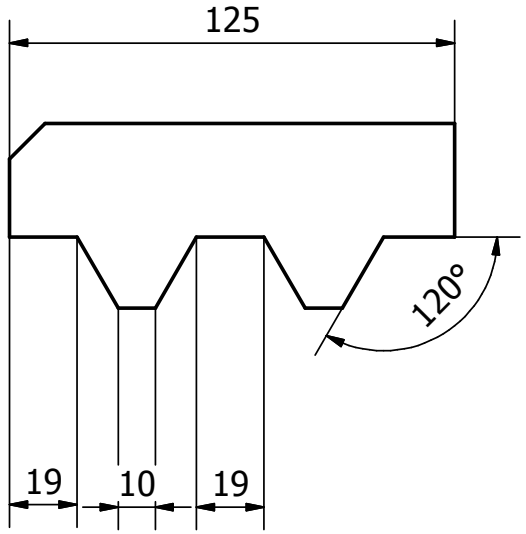


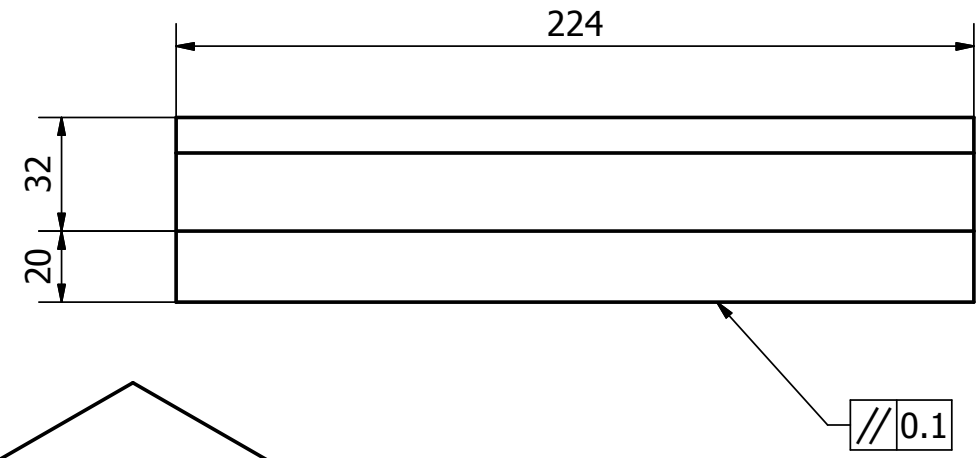


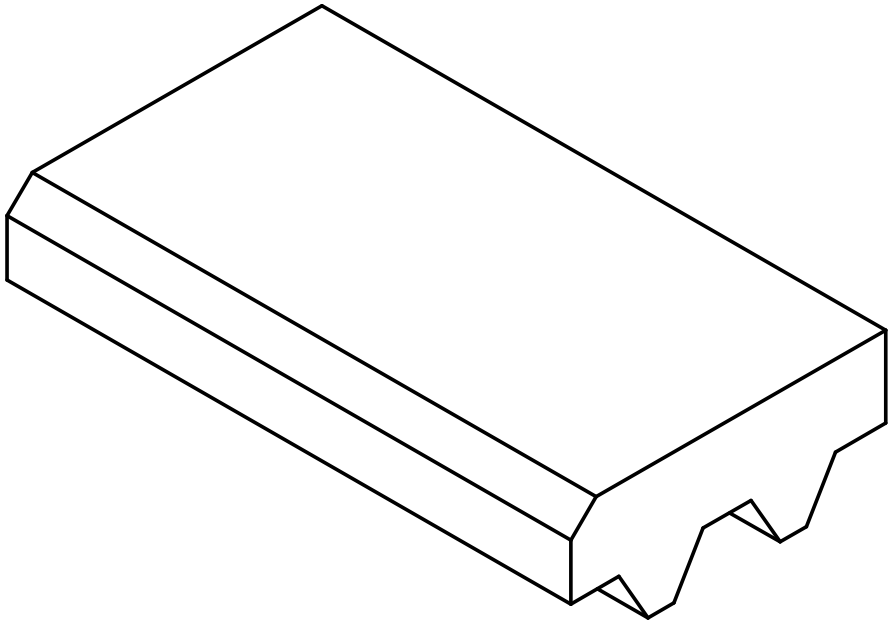
15-3
Escala
1:1

Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
Ignacio Venegas					31-08-2016	

15-1 Acero SAE 1045 15-3 Acero ASTM A 572	Molde Fijo 15-1 y 15-3		
	15-1 y 15-3	Edición	Hoja 1 / 1







Diseño de Ignacio Venegas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 31-08-2016	Escala 1:2
Acero ASTM A 572		Molde fijo 15-2			
		15-2		Edición	Hoja 1 / 1