

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
“INGENIERO MECÁNICO”

TEMA:

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA COMPACTADORA DE
FARDOS DE HENO O PASTO VERDE CON UNA DIMENSIÓN DE
600 X 400 X 300 mm.

AUTORES:

LÓPEZ MORETA MARCELO FABRICIO
PICHUCHO QUISHPE LUIS RAMIRO

DIRECTOR:

ING: FABIO OBANDO

QUITO, AGOSTO 2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por los señores: López Moreta Marcelo Fabricio y Pichucho Quishpe Luis Ramiro.

Los conceptos desarrollados, análisis, cálculos realizados y las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Atentamente:

ING. Fabio Obando

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios que me concedió la vida en este mundo, a mi padre y a mi madre, gracias por el cariño que siempre he recibido de ustedes, mediante el cuál he logrado culminar mi esfuerzo, terminando así mi carrera profesional, que es para mí la mejor de las herencias.

A mi amada esposa, sabiendo que no existirá forma alguna de agradecer una vida de sacrificios, esfuerzos y amor, quiero que sientas que el objetivo alcanzado también es tuyo y que la fuerza que me ayudo a conseguir esta hermosa realidad, fue tu gran apoyo.

Marcelo.

A mis padres:

Por mi excelencia y formación profesional, gracias a su cariño, guía y apoyo. Este presente simboliza mi gratitud por toda la responsabilidad e invaluable ayuda que siempre me han proporcionado para que hoy pueda empezar una nueva etapa en mi vida, a mi novia por el apoyo brindado en momentos difíciles.

Luis.

Y como olvidarnos de nuestros docentes ya que por su ayuda en la formación académica, hoy podemos culminar esta etapa de la vida, Ing. Fabio Obando, Ing. Fernando Larco, Ing. William Díaz, Ginita y Verito gracias por todo su apoyo y respaldo.

RESUMEN

La presente tesis se ha dividido en tres capítulos en los cuáles se realiza un estudio a todo nivel desde el conocimiento teórico del comportamiento de los diversos materiales del mecanismo hasta su diseño y simulación del funcionamiento en un software de ingeniería.

El capítulo uno contiene todo el estudio teórico, principales leyes y teoremas a emplear para diseñar el mecanismo.

En el capítulo dos están contenidos varias alternativas de diseño, la más apropiadas será tema análisis para su futura construcción.

El capítulo tres se determinará todos los parámetros de diseño de la compactadora; los cálculos y simulación de la máquina.

TITLE

Design and simulation of a machine to compact bales of heno or green grass with a dimension of 600 x 400 x 300 mm.

ABSTRACT

This thesis is divided into three chapters, in which a study is conducted at all levels from theoretical knowledge of the behavior of various materials to mechanism design and simulation of performance in software engineering.

Chapter one contains all the theoretical study, major laws and theorems to be used to design the mechanism.

In chapter two contained several design alternatives; the most appropriate analysis will be subject for future construction.

Chapter three will determine all the design parameters of the compactor; Calculations and simulation of the machine.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente debido a cambios climatológicos, la zona ganadera del Cantón Mejía está atravesando sequías considerables lo que ocasiona que el pasto o heno que sirve de alimento para ganado vacuno se seque, por lo que se ve la necesidad de diseñar una máquina para compactar el heno y posteriormente embalarlo con plástico poliuretano en forma de fardos de heno con un volumen aproximado de 0.072 m^3 (0.6 x 0.4 x 0.3 m) los mismos que serán almacenados y en épocas de sequía servirá como alimento para diversas especies animales.

ALCANCE

La capacidad de producción de la compactadora de heno, adaptada para las necesidades de la Hacienda San José ubicada en el Cantón Mejía a 50 km de la Ciudad de Quito en la panamericana Sur Comunidad San Cayetano, tiene una capacidad de generar fardos de heno de 0.6 x 0.4 x 0.3 (m) cuyas densidades oscilan entre 125Kg/m³ y 150Kg/m³ con una masa aproximada de 9 Kg.

La compactadora será modelada por medio del software de diseño de ingeniería, donde se analizará el estudio de cargas de trabajo, con el fin de determinar cuál sería el modelo de diseño más recomendable para su construcción, además mediante esta simulación se pretende visualizar como solucionar los inconvenientes que tienen los pequeños criadores de ganado vacuno y otros en la zona de la comunidad San Cayetano, ya que no cuentan con el dinero necesario para adquirir grandes cantidades de quintales alimento balanceado a diario, por lo que la idea una vez realizado el diseño y simulación de la máquina compactadora es pensar en su posible construcción a futuro abaratando costos y sirviendo a la comunidad San Cayetano.

Mediante un estudio de mercado se analizará si la demanda de fardos en heno es adecuada para una posible construcción de la máquina.

JUSTIFICACIÓN

En épocas de verano la cantidad de heno disminuye por la falta de humedad en la zona, lo que complica la alimentación de especies herbívoras y una pérdida considerable de dinero al tener que adquirir alimento balanceado costoso para alimentar a los animales, ya que ellas sirven como productores de carne, leche y otros.

Los productores ganaderos han buscado fuentes alternativas de alimentación para ello hacen un manejo tecnológico de los pastos y una de las formas es la producción de heno, actualmente el costo de adquisición de tecnología que se encargue de cosechar, compactar, empacar y almacenar fardos de heno es muy elevado, por ello que nace una propuesta de brindarle al productor agropecuario una máquina similar a un bajo costo utilizando tecnología desarrollada en el país.

Con este diseño se pretende brindar un beneficio a propiedades cercanas para poder fomentar el desarrollo de la agricultura y ganadería, con el ahorro considerable en la adquisición de alimentos balanceados y brindar un apoyo a la comunidad que serán los beneficiarios directos del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y simular una máquina compactadora de fardos de heno o pasto verde con una dimensión de 600x 400x300 mm.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información técnica y bibliográfica acerca del proceso de compactación de heno.
- Determinar los parámetros de diseño.
- Generar la alternativa del diseño más apropiada, tomando en cuenta los costos y adquisición de materia prima nacional con el menor impacto ambiental.
- Elaborar los planos.
- Diseñar detalladamente cada uno de los componentes que integran la compactadora de heno utilizando software de diseño.

HIPÓTESIS

El diseño y simulación de la máquina compactadora de fardos de heno, se fortalecerá y potenciará el uso de esta gramínea para aportar con el desarrollo de la agricultura y ganadería de la zona del Cantón Mejía, garantizando el crecimiento económico y humano de la Comunidad San Cayetano.

HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- La investigación en la forma de cortar y almacenar el heno, nos ayudará con datos necesarios como la resistencia a la humedad, tamaño de la hoja y otros; los cuáles servirán para optimizar el diseño de la máquina.
- Los ajustes de diseño de la compactadora de heno, se deciden a partir de la investigación del volumen de producción para satisfacer las necesidades de la comunidad.
- La selección de los materiales se realizará a partir, del criterio de un óptimo grado alimenticio animal, con esto se garantizara un fardo de heno compactado apto para la nutrición animal.

GLOSARIO DE TERMINOS

Lolium Multiflorum: Es una planta probablemente introducida en la zona debido a la polinización por abejas, moscas etc. Se diferencia dentro del género por las espiguillas que presenta, dispuestas en una espiga normalmente están formadas por más de 10 flores, se la conoce "**ballico italiano**".

Multiflorum: Epíteto que significa con muchas flores, aludiendo al mayor número de flores en las espiguillas, que en otras especies del género.

Lolium Perenne: Sus hojas son enteras, el limbo de hasta 18 cm de longitud, estriadas y con nervio central marcado, de color verde oscuro y brillante.

Forraje: el heno, hecho de pasto verde secado al sol.

Henificación: Es el proceso en el cual el forraje verde es convertido en forraje más o menos seco para que pueda ser conservado durante largo tiempo y ofrecido a los animales en el momento de escasez.

Proteína cruda: Los análisis realizados a diversos alimentos nos indicarán el contenido de humedad, nitrógeno total, fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extractos es decir la proteína cruda sirve para que se produzca la digestión en especies rumiantes.

Leguminosa: Esta riqueza de especie se halla particularmente concentrada en las ramas de las plantas, ya que contienen cerca del 9,4% de la totalidad de humedad lo que ayuda a los animales a no deshidratarse.

Festuca alta: En primavera, el crecimiento es óptimo, y viene el aprovechamiento del encañado mediante el pasto, la **festuca alta** vuelve a rebrotar de manera óptima, es considerada vulgarmente como hierba mala.

Rye Grass: Simplemente es una semilla de alguna gramínea.

Conducente: Que conduce o lleva hacia algún sitio, mecanismos conducentes a la resolución del problema.

Ensilaje: El proceso de ensilaje sirve para almacenar alimentos en tiempo de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo.

Hidromórficas: Suelos que se desarrollan en regiones llanas o depresionales donde predominan condiciones húmedas por la presencia de un manto freático cercano a la superficie (1 a 3m de profundidad).

ÍNDICE GENERAL

Certificación.....	I
Agradecimiento.....	II
Resumen.....	III
Title.....	IV
Planteamiento del problema.....	V
Alcance.....	VI
Justificación.....	VII
Objetivo	
General.....	VIII
Específicos.....	VIII
Hipótesis	
General.....	IX
Específicas.....	IX
Glosario.....	X

CAPITULO I

1.1 El heno.....	1
1.1.1 Nombre científico.....	2
1.1.2 Conservación De Forrajes.....	4
1.1.3 Henificación y Heno.....	4
1.1.3.1 Características de un buen heno.....	6
1.1.3.2 Especies adecuadas para henificar.....	7
1.1.3.3 Alfalfa.....	7
1.1.3.3 La alfalfa alimenta al ganado de la sierra.....	8
1.1.4 Pastos de la sierra.....	9
1.1.5 Tipos de suelos.....	9
1.1.6 Mezclas forrajeras.....	10
1.1.6.1 Zona de páramos – desde 3.200 a 4.500 m.s.n.m.....	10
1.1.6.2 Zonas altas Praderas Interandinas - desde 2.800 a 3.200 m.s.n.m.....	11
1.1.6.3 Zona baja Praderas Interandinas 2.200 a 2.800 m.s.n.m.....	11
1.1.7 Ecología.....	11
1.1.8 Ventajas de la alimentación con heno al ganado.....	13
1.2 Empacadora convencional de fardos prismáticos.....	13
1.2.1 Transporte de fardos de heno.....	15
1.2.2 Características de las compactadoras o empacadoras.....	16
1.3 Plástico poliuretano.....	17
1.4 Teoría de diseño.....	18

1.4.1	Esfuerzo de compresión.....	18
1.4.1.1.	Momento flexionante y torsión.....	19
1.4.1.2	Teoría del esfuerzo normal máximo MNST.....	21
1.4.1.3	Esfuerzo equivalente debido a compresión, flexión y torsión.....	22
1.4.2	Efectos dinámicos.....	23
1.4.2.1	Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga.....	23
1.4.2.2	Límite de resistencia a la fatiga.....	24
1.4.2.2.1	Factor de superficie, Ka.....	24
1.4.2.2.2	Factor de tamaño, Kb.....	25
1.4.2.2.3	Factor de confiabilidad, Kc.....	26
1.4.2.2.4	Factor de temperatura, Kd.....	27
1.4.2.2.5	Factor de efectos varios Ke.....	27
1.5	Diagrama esfuerzo-deformación.....	29
1.6	Métodos de unión de elementos.....	33
1.6.1	Uniones permanentes proceso de soldaduras.....	33
1.6.2	Pernos.....	33
1.7	Sistemas hidráulicos.....	34
1.7.1	Fluido.....	34
1.7.2	Sistema de transmisión de energía Neumática e Hidráulica.....	34

1.7.2.1 Transmisión de Potencia.....	35
1.7.2.2 Transmisión de potencia a través de una tubería.....	36
1.7.2.3 Presión Hidráulica.....	36
1.7.2.4 Caída de presión en el circuito de una prensa hidráulica.....	38
1.8 Bombas hidráulicas.....	40
1.8.1 Bombas de desplazamiento no positivo.....	41
1.8.2 Bombas de desplazamiento positivo.....	41
1.9 Ventajas del acero como material estructural.....	42
1.9.1 Ventajas.....	42
1.9.1.1 Alta resistencia.....	42
1.9.1.2 Homogeneidad.....	42
1.9.1.3 Elasticidad.....	42
1.9.1.4 Precisión dimensional.....	43
1.9.1.5 Ductilidad.....	43
1.9.1.6 Tenacidad.....	43
1.9.1.7 Facilidad de unión con otros miembros.....	43
1.9.1.8 Rapidez de montaje.....	43
1.9.1.9 Disponibilidad de secciones y tamaños.....	43

1.9.1.10 Costo de recuperación.....	44
1.9.1.11 Reciclable.....	44
1.9.1.12 Permite ampliaciones fácilmente.....	44
1.9.1.13 Se pueden prefabricar estructuras.....	44
1.9.2 Desventajas del acero.....	44
1.9.2.1 Corrosión.....	44
1.9.2.2 Calor, fuego.....	45
1.9.2.3 Pandeo elástico.....	45
1.9.2.4 Fatiga.....	45
1.9.2.5 Cargas muertas.....	45
1.9.2.6 Cargas vivas.....	46

CAPITULO II

2.1 Análisis y selección de alternativas.....	48
2.1.1 Alternativa 1.....	48
2.1.1.1 Compactadora manual.....	48
2.1.1.2 Descripción.....	49
2.1.1.3 Ventajas.....	49

2.1.1.4 Desventajas.....	49
2.1.2 Alternativa 2.....	50
2.1.2.1 Prensa compactadora.....	50
2.1.2.2 Descripción.....	50
2.1.2.3 Ventajas.....	51
2.1.2.4 Desventajas.....	51
2.1.3 Alternativa 3.....	51
2.1.3.1 Roto-compactadora.....	51
2.1.3.2 Descripción.....	52
2.1.3.3 Ventajas.....	52
2.1.3.4 Desventaja.....	52
2.2 Análisis de alternativas.....	52
2.2.1 Parámetros de ponderación.....	52

CAPITULO III

3.1 Diseño de la compactadora.....	56
3.1.1 Antecedentes.....	56
3.1.2 Determinación de los parámetros de diseño.....	57
3.1.1.2 Cálculo de volumen de heno.....	58
3.1.1.3 Cálculo de la masa aproximada de los fardos de heno.....	58
3.1.1.4 Determinación de la presión de compactación.....	61
3.2 Cálculo de la fuerza del cilindro.....	63
3.2.1 Características principales del cilindro.....	64
3.2.1.1 Cálculo de la carrera.....	64
3.3 Cálculo de la bomba.....	66
3.3.1 Esquema Hidráulico.....	67
3.4 Diseño de los elementos de la compactadora.....	69
3.4.1 Diseño del bastidor.....	69
3.4.1.1 Diseño de paredes.....	70
3.4.1.2 Consideraciones del espesor de placas planas.....	72
3.5 Diseño de miembros verticales.....	76
3.5.1 Análisis de cargas.....	77
3.5.1.1 Cálculo del momento flector.....	78
3.5.1.2 Simulando en Auto CAD Mechanical 2010.....	83
3.5.1.3 Simulación en inventor.....	92

3.5.1.3.1 Resultados	94
3.5.1.3.2 Factor de seguridad.....	95
3.5.1.3.3 Desplazamientos.....	96
3.6 Cálculo de la soldadura con Inventor.....	98

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.....	101
Recomendaciones.....	102
Bibliografía.....	103

Anexo 1: Planos

Anexo 2: Tablas

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 El heno.....	1
Fig. 1.2 Ballico.....	2
Fig. 1.3 Imágenes de cebada, trigo y alfalfa.....	3
Fig.1.4 Henificación.....	5
Fig1.5 Buen heno.....	6
Fig. 1.6 Prensa Hidráulica.....	14
Fig. 1.7 Transporte de fardos de heno.....	16
Fig. 1.8 Embalaje de fardos de heno con plástico poliuretano.....	18
Fig1.9 Diagrama de cuerpo libre representando esfuerzo de compresión.....	18
Fig. 1.10 Gráfica de sensibilidad a la muesca.....	29
Fig. 1.11 Diagrama esfuerzo- deformación.....	32
Fig1.12 Esquema de elementos del arco de soldadura MIG.....	33
Fig. 1.14 Transmisión de Potencia.....	34
Fig. 1.15 Principio de ley de Pascal.....	35
Fig. 1.16 Presión hidráulica.....	36
Fig. 1.17 Presión interna del fluido.....	37

Fig. 1.18	Funcionamiento de una prensa hidráulica con restricción de presión.....	38
Fig. 1.19	Funcionamiento de una prensa hidráulica sin restricción de presión.....	39
Fig. 1.20	Bomba hidráulica.....	40
Fig. 1.21	Ciclo de construcción de una estructura.....	46
Fig. 2.1	Compactación manual de heno.....	48
Fig. 2.2	Esquema de compactadora hidráulica.....	50
Fig. 2.1	Roto-compactadora.....	51
Fig. 3.1	Fardo prismático de heno.....	56
Fig. 3.2	Esquema de un fardo de heno.....	57
Fig. 3.3	Esquema de funcionamiento hidráulico.....	68
Fig. 3.4	Diseño de bastidor de la compactadora.....	69
Fig. 3.5	Diseño de paredes de la compactadora.....	71
Fig. 3.6	Diseño de miembros verticales.....	76
Fig. 3.7	Dimensionamiento de miembros verticales.....	77
Fig. 3.8	Muestra de empotramiento sometido a un momento flector.....	78
Fig. 3.9	Distribución de fuerza en el área superior.....	78
Fig. 3.9.1	Viga empotrada.....	80
Fig. 3.10	Perfiles en Auto CAD.....	83

Fig. 3.11 Posición de trabajo del ángulo en Auto CAD.....	84
Fig. 3.12 Gráficas de apoyos y momentos.....	85
Fig. 3.13 Gráficas de apoyo.....	86
Fig. 3.14 Gráfica de Resultados.....	87
Fig. 3.15 Momento cortantes.....	88
Fig. 3.16 Marco para absorber deflexiones.....	90
Fig. 3.17 Simulación del funcionamiento marco para absorber deflexiones.....	91
Fig. 3.18 Simulación de Inventor.....	92
Fig. 3.19 Zona de seguridad.....	95
Fig. 3.20 Zona de desplazamientos.....	96
Fig. 3.21 Zona de curvatura del perfil.....	97
Fig. 3.22 Zona de diseño optimo.....	97
Fig. 3.23 Cálculo de soldadura mediante Inventor, $n_s=2.5$.....	98
Fig. 3.24 Cálculo de soldadura con $n_s=2$.....	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Valores estándares de crecimiento del heno.....	9
Tabla 1.2	Tipos de suelos.....	9
Tabla 1.3	Zona de páramos.....	10
Tabla 1.4	Zona de altas praderas interandinas.....	10
Tabla 1.5	Zona de bajas praderas interandinas.....	11
Tabla 1.6	Épocas de siembra y resiembra.....	12
Tabla 1.7.	Características de la prensas.....	17
Tabla 1.8	Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín.....	25
Tabla 1.9	Factor de confiabilidad.....	26
Tabla 1.10	Factor de temperatura.....	27
Tabla 2.1	Parámetros de ponderación.....	52
Tabla 2.2	Análisis de alternativas.....	53
Tabla 2.3	Análisis estadístico de alternativas.....	54
Tabla 2.4	Resultados finales.....	54
Tabla 3.1	Tabla de volumen del heno.....	58
Tabla 3.2	Masa del heno.....	58

Tabla 3.3 Fardos con mayor humedad.....	59
Tabla 3.4 Fardos con menor humedad.....	59
Tabla 3.5 Volumen de saco lleno.....	60
Tabla 3.6.1 Determinación del cilindro hidráulico.....	62
Tabla 3.6.2 Cálculos de diseño.....	62
Tabla 3.6.3 Presión Vs porcentaje de compactación.....	63
Tabla 3.7.1 Determinación del cilindro hidráulico.....	65
Tabla 3.7.2 Selección del cilindro hidráulico.....	66
Tabla 3.8 Selección de bomba hidráulica de dos presiones.....	67
Tabla 3.9.1 Distribución de fuerzas de placas.....	72
Tabla 3.9.2 Coeficientes k y k_1 para el caso 18.....	73
Tabla 3.10 Relación de R/r para interpolación para obtener el coeficiente k_1.....	74
Tabla 3.11 Hoja de cálculos.....	75
Tabla 3.12 Selección de perfil estructural.....	81
Tabla 3.13 Fuerza de Reacción y Momentos.....	93
Tabla 3.14 Tabla de Resultados.....	94
Tabla 3.15 Cálculo estático.....	100
Tabla 3.16 Resultados.....	100

CAPITULO I

1.1 El heno

El **heno**¹ es una gramínea seca, que se la corta y se utiliza como alimento para los animales herbívoros, las flores de pasto también suelen ser parte de la mezcla. Véase Fig. 1.1

Fig. 1.1 El heno.

Fuente: http://i65.servimg.com/u/f65/11/95/02/52/heno_310.jpg

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Heno#Enfardamiento_mecanizado

1.1.1 Nombre científico

Las plantas que se utilizan comúnmente para el heno incluyen el ballico italiano (*Lolium multiflorum*) y el ballico (*L. perenne*), (fig. 1.2) con mezclas de otras hierbas y tréboles rojo, blanco.

La avena, la cebada y el trigo también suelen formar parte del heno. En muchos países, la alfalfa constituye un heno de calidad superior, para el ganado bovino y los caballos. Véase fig.1.3.

Fig1.2 Ballico.

Fuente: http://www.floradecanarias.com/lolium_multiflorum.html

http://es.wikipedia.org/wiki/lolium_perenne

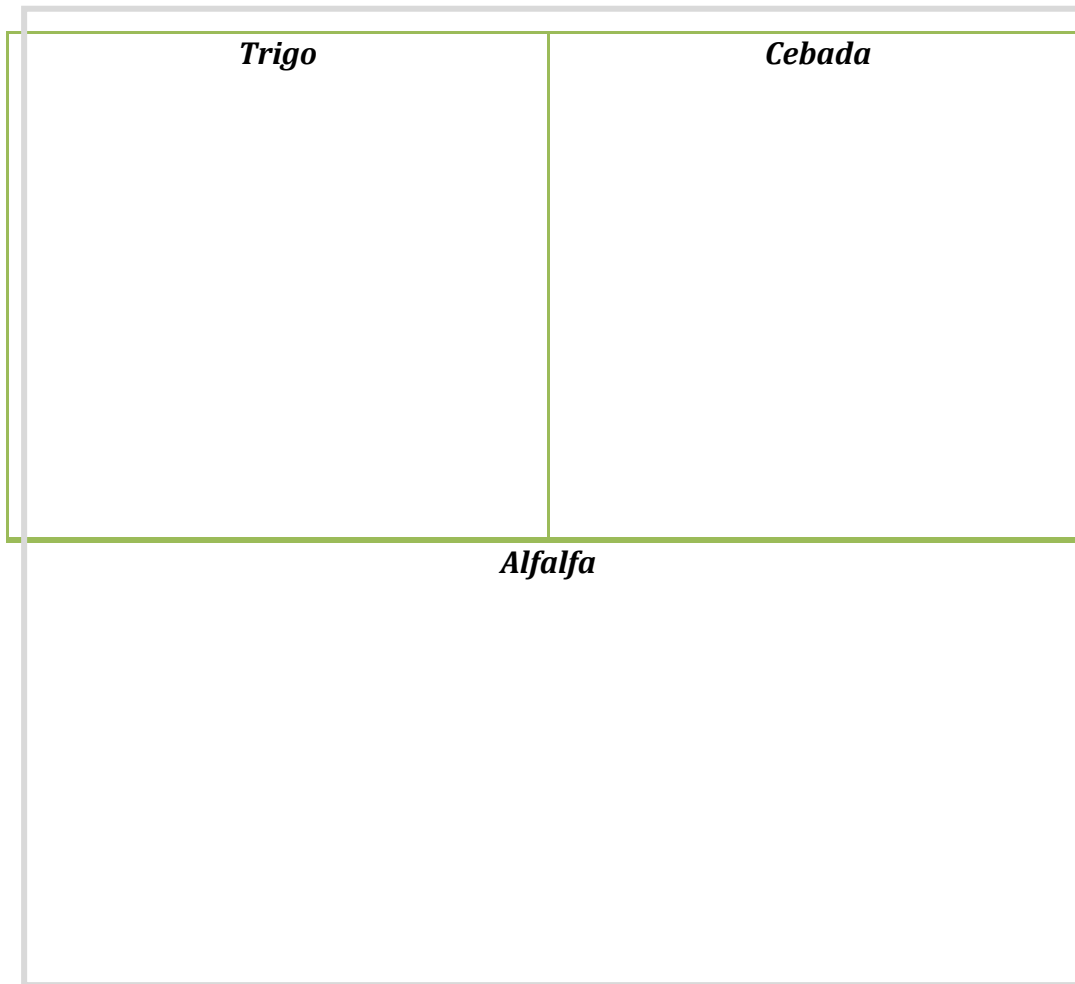


Fig. 1.3 Imágenes de cebada, trigo y alfalfa.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/alfalfa>

En climas secos y calurosos, el heno está formado de hierbas bastas muy secas que tienen muy poco valor nutricional, pero es lo mejor que pueden hacer los granjeros de esas zonas, para alimentar a diversas especies animales, se debe tener en consideración que la composición química de las hojas determina la calidad del heno.

Los pequeños productores intentan juzgar el punto en el que la hoja de un prado alcanza su máximo espesor antes de cortar el forraje. El material segado se deja secando de manera que la mayor parte de la humedad se pierda, pero el material siga lo bastante robusto, para que la maquinaria lo pueda recoger del suelo y procesarlo para almacenarlo en fardos, pilas o en hoyos.

1.1.2 Conservación De Forrajes²

La conservación de forrajes no es otra cosa que trasladar el excedente del forraje producido en la época de mayor abundancia debido a las condiciones climáticas favorables (invierno), para la época de escasez (verano). Esta conservación puede ser en las dos formas más tradicionales:

- i.* La Henificación
- ii.* El Ensilaje

1.1.3 Henificación y Heno

Se denomina henificación al proceso y heno al producto obtenido, del corte de varias gramíneas.

El heno es también llamado “pasto verde” (fig. 1.4), por los agricultores. Consiste en segar el forraje verde proveniente de una pradera o de un cereal (avena o cebada); con la ayuda de una máquina segadora, guadaña, etc. Además de ello el heno se lo debe dejar expuesto al sol por aproximadamente 48 – 72 horas, después del corte de acuerdo a las condiciones

² GONZALES MARISOL; Tecnologías apropiadas para los pequeños productores en la conservación de forraje en forma de heno

climáticas de la región, también el forraje cortado y expuesto al sol puede ser volteado para acelerar su deshidratación y luego recogido cuando esté listo para su almacenamiento. Con ello, se logra bajar la humedad que contiene el forraje original (18% al 20%) y llegar al cabo de 48 – 72 horas a un porcentaje del 80% – 88% sin humedad o materia seca, para así guardarlo sin problemas y evitar el ataque de hongos, posibilidad de auto combustión u otros.

Fig.1.4 Henificación.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/heno>

1.1.3.1 Características de un buen heno

Para que un producto sea de buena calidad, debe cumplir con las siguientes características.

Véase fig. 1.5

Físicas:

- a) Ser de color verde intenso.
- b) Tener un aroma agradable
- c) Contener abundantes hojas

La composición química debe ser la siguiente:

- a) Tener 80 – 88% de materia seca (M.S.)
- b) Tener un 14 – 16% de proteína cruda (P.C.)
- c) Poseer 2 MCal/Kg M.S. de energía metabolizable (E.M.)

Fig1.5 Buen heno.

Fuente: 235px-Lolium_perenne_showing_ligule_and_ribbed_leaf

1.1.3.2 Especies adecuadas para henificar

La especie más adecuada para henificar la constituye la alfalfa véase fig. 1.3, que es una leguminosa de larga vida si se la maneja bien, (10% de floración aproximadamente). Con esta especie se consigue un heno que cumple con todos los requisitos para la obtención de un heno de buena calidad.

1.1.3.3 Alfalfa

La alfalfa véase fig. 1.3, es una planta que se cultiva principalmente en la Sierra del Ecuador. La organización campesina Jambi Kiwa con sede en Riobamba (Chimborazo), por ejemplo, cultiva dos variedades: la alfalfa de flor morada que utiliza para alimentar los animales y la alfalfa de flor blanca, que se la pulveriza para hacer fármacos.

Lucy Montalvo, subsecretaria de la Zona III del Ministerio de Agricultura y Ganadería, afirma que el costo de producción por hectárea cosechada es de USD 730, y que una carga de alfalfa puede venderse en USD 7 en el mercado nacional.

Montalvo añade que este cultivo se ha incrementado en los últimos tres años. Aunque no existen estadísticas oficiales esto se debería al incremento de la población bovina, ovina y porcina.

Solo en la región Sierra existen cerca de 194.000 hectáreas cosechadas de alfalfa, de acuerdo a investigaciones actuales del Ministerio de Agricultura.

Según el III Censo Nacional Agropecuario del 2001 en el Ecuador existían, a esa fecha, 24.863 hectáreas cultivadas únicamente de alfalfa, y 1.478 hectáreas como pasto asociado.

Además se contabilizaron 70.683 unidades productivas agropecuarias de esta planta, 69.479 tenían una extensión de menos de una hectárea.

José Jácome, de la comunidad San Cayetano, Cantón Mejía (Pichincha) cultiva esta planta para alimentar a cuyes, conejos y ganado en general. El 75% es para consumo propio y el 25% restante lo comercializan en las ferias cantonales a las que asiste todos los jueves; en total existen unas 800 hectáreas sembradas de este producto en los terrenos del Cantón Mejía.

1.1.3.4 La alfalfa alimenta al ganado de la sierra

Esta planta es usada en su mayoría como alimento para ganado herbívoro y como fuente vitamínica para el ser humano; en las regiones de la sierra esta planta es de gran sustento alimenticio para los productores de ganado y sobre todo un gran ahorro económico ya que su siembra y producción no es costosa.

1.1.4 Pastos de la sierra³

El hábitat natural de las gramíneas está formado por zonas con una humedad relativa del 60 al 70%; véase tabla 1.1, donde los suelos son permanentemente enriquecidos por agua lluvia, temperatura y otros factores.

CLIMA	
Lluvia:	700 al 1200 mm/año
Luz:	100 a 1500 horas/año
Temperatura:	8 al 18°C

Tabla 1.1 Valores estándares de crecimiento del heno.

Fuente: INIAP Ecuador

1.1.5 Tipos de suelos

Los tipos de suelos en los que se cultiva el heno se los puede clasificar, según se indica en la tabla 1.2; a continuación:

³ "Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador"; INIAP, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

SUELOS	
Franco, franco limoso, franco arcilloso	
franco arenoso	
PH	5,5 a 7,5

Tabla 1.2 Tipos de suelos.

Fuente: INIAP Ecuador

1.1.6 Mezclas forrajeras

El heno como ya fue mencionado anteriormente está constituido por la mezcla de diversas gramíneas a continuación se detalla algunas de ellas, dependiendo la altura sobre el nivel del mar en la que se encuentra la zona de producción; véase tablas 1.3 – 1.5

1.1.6.1 Zona de páramos – desde 3.200 a 4.500 m.s.n.m.

Especie	Kg/ha de semilla
Festuca alta	5
Rye Grass inglés	16
Rye Grass italiano	12
Trébol subterráneo	7
Trébol blanco	3

Tabla 1.3 Zona de páramos.

1.1.6.2 Zonas altas Praderas Interandinas - desde 2.800 a 3.200 m.s.n.m.

Especie	Kg/ha de semilla
Rye Grass italiano	10
Rye Grass inglés	20
Pasto verde	7
Trébol blanco	3
Trébol rojo	5

Tabla 1.4 Zona de altas praderas interandinas.

1.1.6.2 Zona baja Praderas Interandinas 2.200 a 2.800 m.s.n.m.

Especie	kg/ha de semilla
Rye Grass italiano	15
Rye Grass ingles	15
Pasto verde	10
Alfalfa	10
Trébol blanco	3

Tabla 1.5 Zona de bajas praderas interandinas.

Fuente: Manual agrícola de las principales zonas de cultivo INIAP Ecuador

1.1.7 Ecología

El hábitat natural del heno o pasto verde está formado por zonas con alta humedad donde predominan los suelos permanentemente húmedos, estas plantas crecen en zonas hidromórficas interandinas que se encuentran desde los 4.500 a 2.800 metros sobre el

nivel del mar. En la tabla 1.6 se especifican las épocas de siembra de las gramíneas y sus diversos tipos de resiembra y pastoreo.

Tabla 1.6 Épocas de siembra y resiembra.

Fuente: J. Chávez, Beneficios de suministrar heno y ensilaje durante épocas del año.

1.1.8 Ventajas de la alimentación con heno al ganado

Los pequeños productores de leche, carne y otros productos que durante épocas de sequía presentan disminuciones sustanciales en la producción, pérdida de utilidad por venta de los productos.

Es por ello que se ven en la necesidad de cortar y almacenar el heno en épocas de invierno y compactar el heno en forma de fardos, con la finalidad de alimentar completamente a su ganado y no perder el peso de los animales.

Otra de las ventajas de la compactación de heno es el ahorro significativo de dinero, ya que deben adquirir alimento balanceado a un valor USD 50 por 45kg. De este producto lo que significa una pérdida de la utilidad de venta de productos lácteos y cárnicos.

1.2 Empacadora convencional de fardos prismáticos

Una prensa hidráulica o compactadora es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos⁴, véase fig. 1.6, Teorema de Pascal.

Es así como funciona la compactadora de fardos de heno, ya que lo que se necesita es aplicar una fuerza a una determinada área mediante cálculos de ingeniería.

⁴ Es. [wikipedia.org/wiki/Prensa hidráulica](http://wikipedia.org/wiki/Prensa_hidráulica)

Fig. 1.6 Prensa Hidráulica.

Fuente: [Es.wikipedia.org/wiki/Prensa hidráulica](https://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica)

El mayor inconveniente que tienen los pequeños criadores de diversas especies animales es el alto coste de realización de los fardos de heno, actualmente la compactación en la zona cercana al Cantón Mejía tiene un costo aproximado de USD 20.

La alimentación de los animales es dosificada en cantidades exactas, lo que se realiza manualmente o por otros medios.

1.2.1 Transporte de fardos de heno

La carga de fardos de heno convencionales o fardos pequeños (0.6 x 0.4 x 0.3) m; se realiza bien a mano o mediante cargadores especiales que se pueden acoplar a los remolques o camiones de los comuneros; hay cargadores arrastrados (alza pacas) que por medio de una cadena sinfín elevan por un tobogán la paca que recogen del suelo directamente, sin más precaución que dichas pacas se encuentren orientadas en el sentido de la marcha del tractor, pues si se encuentran atravesadas producen atascos y detenciones del vehículo.

Teniendo esa precaución, el conductor y un ayudante pueden cargar 4 o 5 toneladas por hora, mientras que a mano se necesitarían dos hombres más con un rendimiento menor.

También son frecuentes los brazos elevadores accionados hidráulicamente, que se acoplan lateralmente al remolque o camión, pero suelen necesitar un ayudante más, que va colocando adecuadamente las pacas en el elevador. Véase fig. 1.7.

Fig. 1.7 Transporte de fardos de heno.

Fuente: <http://consulagro.com.ve/clasificados.php>

1.2.2 Características de las compactadoras o empacadoras⁵

La principal característica que debe cumplir la compactadora de fardos de heno es la de realizar una producción considerable a poco tiempo, no obstante se puede encontrar en el mercado industrial compactadoras de diversos costos por lo cual se adjunta la siguiente referencia en la tabla 1.7:

⁵ SILVEIRA – FRANCO; Conservación de forrajes; Revista Electrónica de Veterinaria REDVET; Vol. VII, N° 11, Noviembre/2006

Tipo de empacadora	Peso de las pacas	% de humedad a que se puede recoger el heno	Observaciones
Prensa de baja densidad 50-75 kg/m ³	8-15 kg	40	Pacas de heno flojas que continuarán secándose después. Es muy aconsejable realizar la operación rápidamente con el fin de evitar el peligro de la lluvia, disminuir las pérdidas de foliolo y dejar después las pacas sobre el terreno durante tres o cuatro días.
Prensa de mediana densidad 75-175 kg/m ³	15-25 kg	25	Las pacas de este heno no corren ningún peligro si llueve, por lo que pueden permanecer largo tiempo sobre el terreno.
Prensa de alta densidad 175-200 kg/m ³	35-50 kg	Menos de 18	Este método está casi abandonado por completo.

Tabla 1.7. Características de la prensas

Fuente: SILVEIRA – FRANCO; Conservación de forrajes; Revista Electrónica de Veterinaria REDVET; Vol. VII, N° 11, Noviembre/2006

1.3 Plástico poliuretano

El poliuretano termoplástico se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, al desgaste, al desgarre, al oxígeno, al ozono y a las bajas temperaturas, esta combinación de propiedades hace del poliuretano termoplástico un plástico de ingeniería; por esta razón, se utiliza en aplicaciones especiales⁶; véase fig. 1.8, donde se observa cómo se envuelve al fardo de heno con plástico poliuretano.

⁶ http://Wikipedia.org/wiki/poliuretano_termopl%C3%A1stico#polimerizaci.C3.B3n

Fig. 1.8 Embalaje de fardos de heno con plástico poliuretano.

Fuente: http://google.es/searchq=henolaje&hl=es&rlz=plástico_poliuretano

1.4 Teoría de diseño

1.4.1 Esfuerzo de compresión

La fuerza que se ejerce sobre el elemento en la fig. 1.9, indica la compresión a la que se somete un elemento mecánico.



Fig1.9 Diagrama de cuerpo libre representando esfuerzo de compresión.

Debido a la convención de signos los esfuerzos de compresión son negativos.

Ecuación 1.1

La fuerza de compresión se puede calcular con la siguiente ecuación:

Ecuación 1.2

Ecuación 1.3

Donde:

= esfuerzo de compresión (Pa)

= fuerza de compresión (N)

Diámetro (m)

1.4.1.1 Momento flexionante y torsión

La fuerza que se ejerce sobre un eje en la dirección transversal (perpendicular al eje del eje), produce un esfuerzo máximo de:

Ecuación 1.4

En forma similar

Ecuación 1.5

Donde:

= esfuerzo normal (Pa)

M= momento máximo (N.m)

= esfuerzo cortante (Pa)

Torque máximo (N.m)

Para el estado de plano de esfuerzos, cuando $\tau = 0$ los esfuerzos principales son:

Ecuación 1.6

Ecuación 1.7

Para el estado del plano de esfuerzos, cuando $\sigma_1 > 0$, los esfuerzos cortantes principales son:

Ecuación 1.8

Ecuación 1.9

1.4.1.2 Teoría del esfuerzo normal máximo MNST

Se estipula que una parte sujeta a cualquier combinación de carga, fallará cuando el esfuerzo principal positivo mayor, exceda la resistencia a la fluencia, la tensión, o cuando el esfuerzo principal negativo mayor, exceda la resistencia a la fluencia a la compresión. Esta teoría funciona mejor para materiales frágiles fibrosos, como puede esperarse esta teoría no es adecuada para predecir las fallas en materiales dúctiles.

La falla ocurrirá usando la MNST si:

Ecuación 1.10

Ecuación 1.11

Donde:

S_{ut} = Esfuerzo último uniaxial en tensión.

S_{uc} = Esfuerzo último uniaxial en compresión.

n_s = Factor de seguridad.

1.4.1.3 Esfuerzo equivalente debido a compresión, flexión y torsión

La teoría de Von Mises nos permite calcular el esfuerzo equivalente en la sección crítica del material, debido a las fuerzas de compresión, momento flector máximo y momento torsor, para ello se utiliza la ecuación de von Mises:

Ecuación 1.12

El esfuerzo máximo debido a la fuerza de compresión y al momento flector máximo se obtiene de:

Ecuación 1.13

Ecuación 1.14

El factor de seguridad es:

Ecuación 1.15

1.4.2 Efectos dinámicos

1.4.2.1 Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga

La resistencia a la fatiga de un material es su capacidad de resistir cargas a fatiga. En general, es el valor del esfuerzo que puede resistir un material durante una cantidad dada de ciclos de carga. Si la cantidad de ciclos es infinita, el valor del esfuerzo se denomina límite de fatiga.

Marín identificó factores que cuantifican los efectos de la condición superficial, el tamaño, la carga, la temperatura, varios otros puntos. Por lo tanto la ecuación de Marín se escribe:

$$S_e = K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * S'_e \quad \text{Ecuación 1.16}$$

Donde:

K_a = Factor de modificación de la condición superficial

K_b = Factor de modificación de tamaño

K_c = Factor de confiabilidad

K_d = Factor de modificación de la temperatura

K_e = Factor de modificación de efectos varios.

S'_e = Limite de resistencia a la fatiga en vigas rotatoria

S_e = Limite de resistencia a la fatiga en una ubicación crítica de diseño, en una geometría y en su condición de uso.

1.4.2.2 Límite de resistencia a la fatiga

$S'_e =$ Ecuación 1.17

1.4.2.2.1 Factor de superficie, K_a

El factor de modificación de la condición superficial depende de la calidad del acabado de la superficie de la parte diseñada y la resistencia a la tensión. Véase tabla 1.8

$K_a = a *$ Ecuación 1.18

Tabla 1.8 Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín.

Fuente: SHIGLEY, Joseph; MISCKE, Charles, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, sexta edición Mc Graw Hill/ Interamericana editores, año 2012, México, pág.380

1.4.2.2.2 Factor de tamaño, K_b

Los resultados para flexión y torsión se expresan como:

$$K_b = \text{Ecuación 1.19}$$

Donde sí:

2.79

51

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por tanto:

$$K_b = 1$$

1.4.2.2.3 Factor de confiabilidad, K_c

Para obtener el límite de resistencia a fatiga correspondiente a una confiabilidad se aplica la ecuación:

$$K_c = 1 - 0.08 \zeta \quad \text{Ecuación 1.20}$$

Donde:

ζ = Desviación estándar.

De la ecuación anterior se obtiene la siguiente tabla, para la variable estandarizada, correspondiente a las diversas confiabilidades que se requieren en el diseño. La tabla se basa en el límite de fatiga con una desviación estándar del 8%, generalmente el límite superior de los aceros. Véase tabla 1.9.

Probabilidad de sobrevivencia, porcentaje	Factor de confiabilidad, K_c
50	1,00
90	0,90
95	0,87
99	0,82
99,9	0,75
99,99	0,70

Tabla 1.9 Factor de confiabilidad.

Fuente: SHIGLEY, Joseph; MISCKE, Charles, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, sexta edición Mc Graw Hill/ Interamericana editores, año 2012, México, pág.385

1.4.2.2.4 Factor de temperatura, K_d

El factor de temperatura se puede obtener analizando la tabla 1.10

Tabla 1.10 Factor de temperatura.

Fuente: SHIGLEY, Joseph; MISCKE, Charles, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, sexta edición Mc Graw Hill/ Interamericana editores, año 2012, México, pág.387

1.4.2.2.5 Factor de efectos varios, K_e

Aunque el factor de efectos varios tiene el propósito de tomar en cuenta la reducción en el límite de resistencia a la fatiga, debida a todos los otros defectos, en verdad significa que estos defectos se deben tomar en cuenta, porque los valores reales de K_e no siempre están disponibles.

Ecuación 1.21

Ecuación 1.22

Donde:

K_t = Factor de concentración de esfuerzos

q_n = Factor de sensibilidad a la muesca

En la figura 1.10, se representa una gráfica de sensibilidad a la muesca contra el radio de la misma, para algunos materiales comúnmente usados con varios tipos de carga. En todos los materiales incluidos, la sensibilidad a la muesca se aproxima a cero cuando el radio de la muesca se aproxima también a cero. Así mismo, los aceros más duros y más resistentes tienden hacer más sensibles a la muesca.

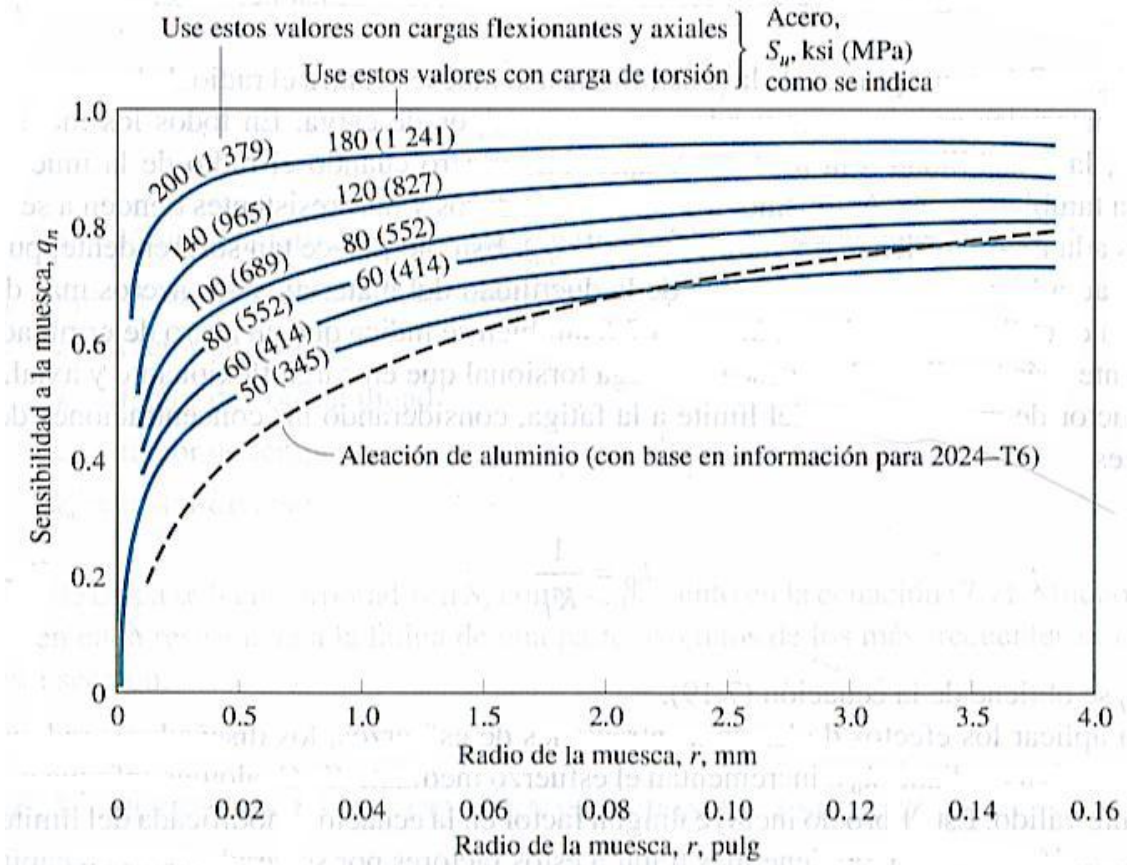


Fig. 1.10 Gráfica de sensibilidad a la muesca.

Fuente: SHIGLEY, Joseph; MISCHE, Charles, "Diseño en Ingeniería Mecánica", sexta edición Mc Graw Hill/ Interamericana editores, año 2012, México, pág.390

1.5 Diagrama esfuerzo-deformación

La curva o el diagrama Esfuerzo Vs. Deformación véase fig. 1. 11; (llamada también convencional, tecnológica, de ingeniería o nominal), expresa tanto el esfuerzo como la deformación en términos de las dimensiones originales de la probeta, un procedimiento muy útil cuando se está interesado en determinar los datos de resistencia y ductilidad para propósito de diseño en ingeniería.

Para conocer las propiedades de los materiales, se efectúan ensayos para medir su comportamiento en distintas situaciones. Estos ensayos se clasifican en destructivos y no destructivos. Dentro de los ensayos destructivos, el más importante es el ensayo de tracción.

La curva Esfuerzo real - Deformación real (denominada frecuentemente, curva de fluencia, ya que proporciona el esfuerzo necesario para que el metal fluya plásticamente hacia cualquier deformación dada), muestra realmente lo que sucede en el material. Por ejemplo en el caso de un material dúctil sometido a tensión este se hace inestable y sufre estricción localizada durante la última fase del ensayo, y la carga requerida para la deformación disminuye debido a la disminución del área transversal, además la tensión media basada en la sección inicial disminuye también produciéndose como consecuencia un descenso de la curva Esfuerzo - Deformación después del punto de carga máxima. Pero lo que sucede en realidad es que el material continúa endureciéndose por deformación hasta producirse la fractura, de modo que la tensión requerida debería aumentar para producir mayor deformación. A este efecto se opone la disminución gradual del área de la sección transversal de la probeta mientras se produce el alargamiento. La estricción comienza al alcanzarse la carga máxima.

El diagrama esfuerzo-deformación obtenido a partir del ensayo normal a la tensión de una manera dúctil. El punto P indica el límite de proporcionalidad; el límite elástico B, la resistencia de fluencia convencional determinada por corrimiento paralelo (offset) según la deformación seleccionada Oa ; T; la resistencia última o máxima, y k , el esfuerzo de fractura o ruptura.

El punto P recibe el nombre de límite de proporcionalidad (o límite elástico proporcional). Éste es el punto en que la curva comienza primero a desviarse de una línea recta. El punto B se denomina límite de elasticidad (o límite elástico verdadero). No se presentará ninguna deformación permanente en la probeta si la carga se suprime en este punto. Entre P y B en el diagrama no tiene la forma de una recta perfecta aunque el material sea elástico. Por lo tanto, la ley de Hooke, que expresa que el esfuerzo es directamente proporcional a la deformación, se aplica sólo hasta el límite elástico de proporcionalidad.⁷

⁷ <http://blog.utp.edu.co/metalografia/files/2010/10/Diagrama-esfuerzo-Deformacion-unitaria.png>

Fig. 1.11 Diagrama esfuerzo- deformación.

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/metalografia/files/2010/10/Diagrama-esfuerzo-Deformacion-unitaria.png>

1.6 Métodos de unión de elementos

1.6.1 Uniones permanentes proceso de soldaduras

Este procedimiento, conocido también como soldadura MIG (Metal Inert Gas), consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar, tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte. Ver fig. 1.12.

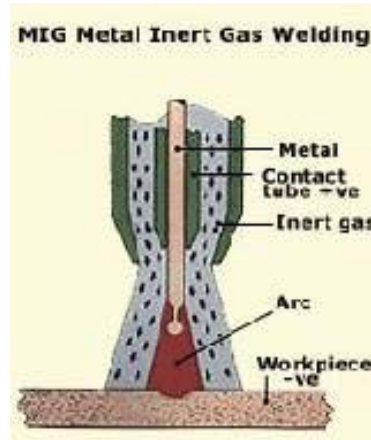


Fig1.12 Elementos del arco de soldadura MIG.

Fuente: www.esab.es/es/sp/education/procesos-migmag-gmaw.cfm

1.6.2 Pernos

Existe una gran variedad de pernos y tornillos debido a sus usos entre los más usados tenemos pernos hexagonales, pernos Allen, pernos de cabeza ranurada, pernos tipo tornillos, pernos especiales entre otros las principales características son el tipo de rosca entre ellas roscas métricas y rosca Withworth. Las normas son las siguientes:

BS 3643 ISO Roscas Métricas

BS 4827: ISO Roscas Miniaturas o finas

BS 4846: ISO Roscas Trapeciales o Trapezoidales

1.7 Sistemas hidráulicos⁸

1.7.1 Fluido

Elemento en este líquido o gaseoso, en estas páginas se utilizará en los sistemas neumáticos "aire comprimido y en los sistemas hidráulicos "aceites derivados de petróleo".

1.7.2 Sistema de transmisión de energía Neumática e Hidráulica

Es un sistema en el cuál se genera, transmite y controla la aplicación de potencia a través del aire comprimido y la circulación de aceite en un circuito. El sistema puede dividirse en tres grandes grupos. Véase fig. 1.13.

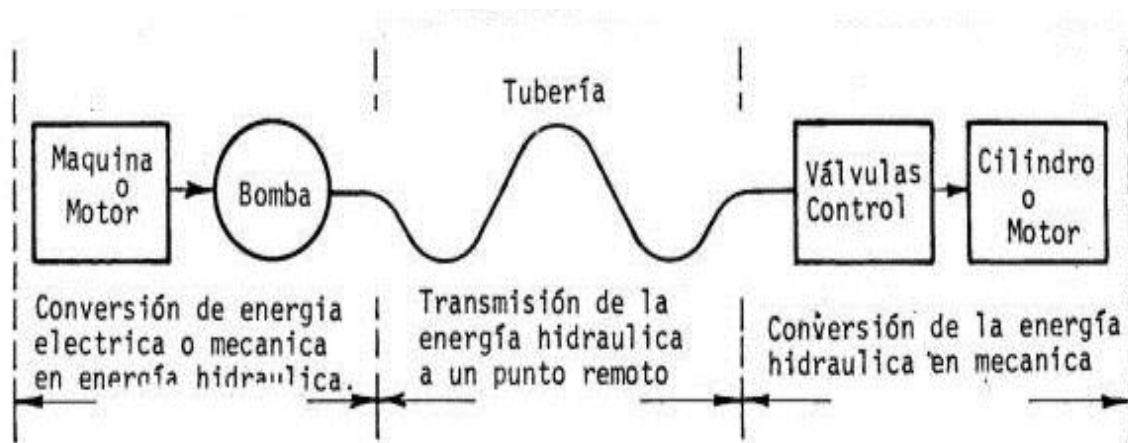


Fig. 1.13 Transmisión de energía.

Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

⁸ http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

1.7.2.1 Transmisión de Potencia

A continuación se muestra el principio en el cual está basada la transmisión de potencia en los sistemas neumáticos e hidráulicos. Una fuerza mecánica, trabajo o potencia es aplicada en el pistón A. La presión interna desarrollada en el fluido ejerce una fuerza de empuje en el pistón B.

Según la ley de Pascal la presión desarrollada en el fluido es igual en todos los puntos por lo que la fuerza desarrollada en el pistón B es igual a la fuerza ejercida en el fluido por el pistón A, asumiendo que los diámetros de A y B son iguales; véase fig. 1.14.

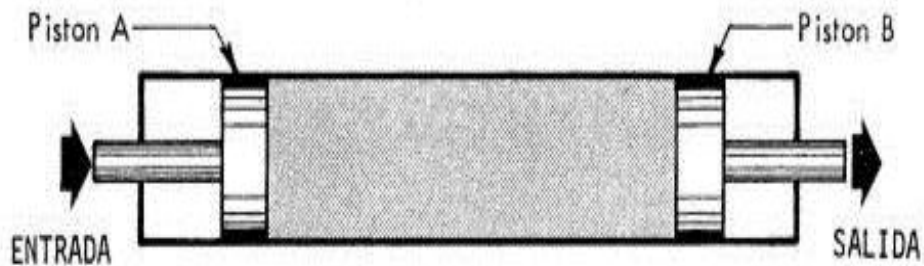


Fig. 1.14 Transmisión de Potencia.

Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

Ecuación 1.23

1.7.2.2 Transmisión de potencia a través de una tubería

La transmisión de potencia a través de una tubería al aplicar una determinada fuerza en el pistón A o en el pistón B, la presión ejercida dentro de la tubería siempre será la misma véase fig. 1.15

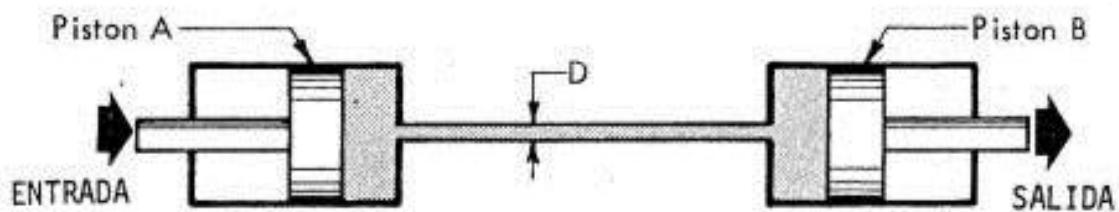


Fig. 1.15 Principio de ley de Pascal.

Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

1.7.2.3 Presión Hidráulica

En la figura 1.16, se muestra que la fuerza total aplicada al vástago de un pistón se distribuye sobre toda la superficie de este. Por ello para encontrar la presión que se desarrollará en el seno de un fluido se deberá dividir la fuerza total por la superficie del pistón.⁹

⁹ *Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html*

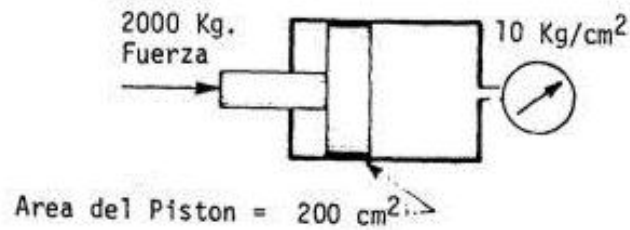


Fig. 1.16 Presión hidráulica.

Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

Este principio tiene carácter reversible, en la fig. 1.17; la presión interna del fluido actuando sobre el área del pistón produce una fuerza de acción y reacción en el extremo del vástago.

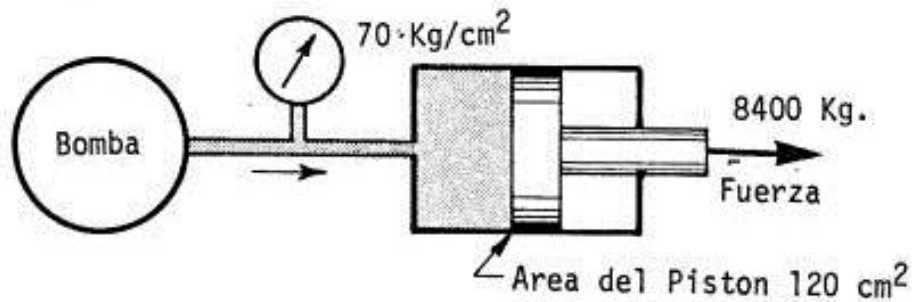


Fig. 1.17 Presión interna del fluido.

Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

1.7.2.4 Caída de presión en el circuito de una prensa hidráulica

En la fig. 1.18 y 1.19; se mira dos diagramas de bloques que muestran dos estados de un mismo ciclo de trabajo de una prensa.

Se pueden efectuar grandes economías, cuando las necesidades de máxima fuerza a desarrollar por la prensa, son necesarias únicamente en condiciones estáticas, o a través de muy cortas carreras.

Las válvulas y tuberías se sub-dimensionan a propósito por razones económicas, pero en la operación de la prensa esto no tiene efectos perjudiciales. Esto es cierto ya que se basa en el principio ya visto de que no hay caídas de presión cuando no existe circulación. He aquí cómo opera:

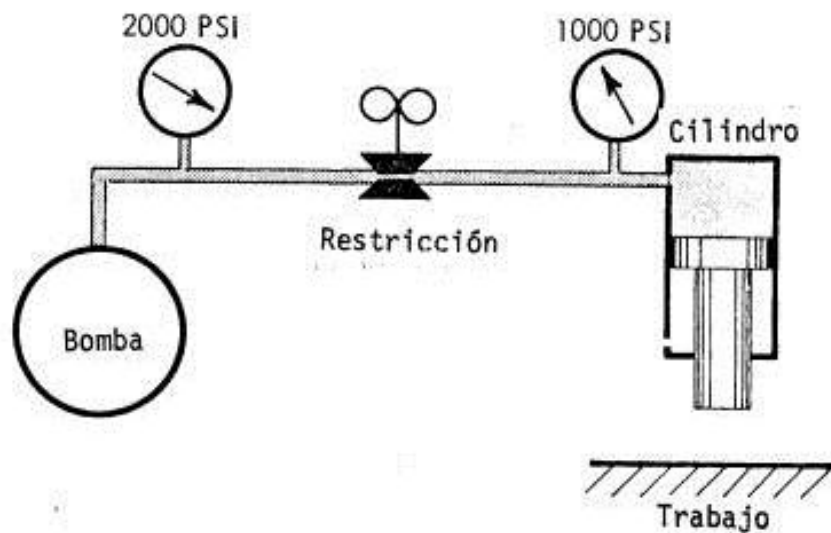


Fig. 1.18 Funcionamiento de una prensa hidráulica con restricción de presión .

Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

El cilindro recibe fluido hidráulico desde la bomba y se mueve libremente. La restricción en la línea representa la resistencia a la circulación a través de válvulas y tuberías subdimensionadas. Esta restricción no reduce el volumen de aceite procedente de la bomba hidráulica de desplazamiento positivo, como se estudiará más adelante.

La restricción en cambio consume una buena proporción de la presión que es capaz de desarrollar la bomba, pero esto no tiene importancia porque solamente una muy pequeña presión es necesaria para mover el cilindro en su carrera libre.

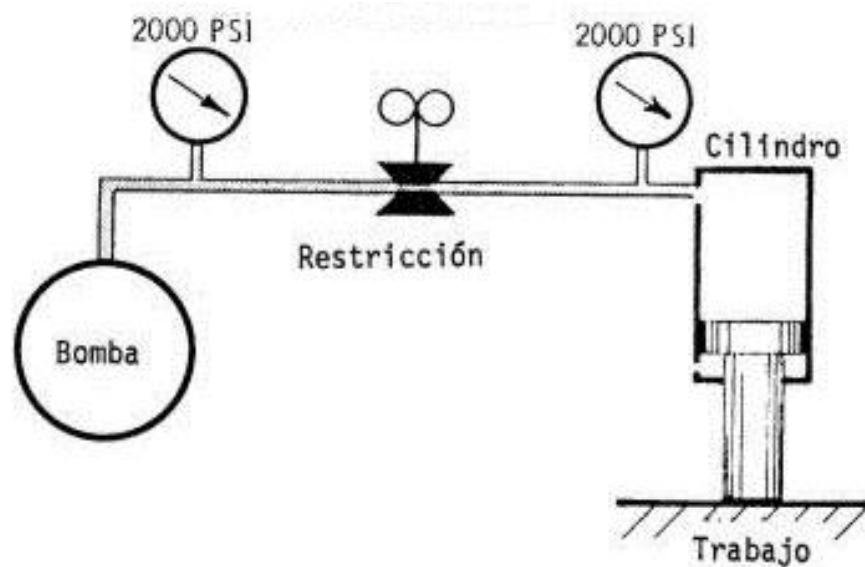


fig. 1.19 Funcionamiento de una prensa hidráulica sin restricción de presión

Fuente: http://www.cohimar.com/util/neumatica/neumatica_hidraulica.html

1.8 Bombas hidráulicas

Una bomba hidráulica es un dispositivo tal que recibiendo energía mecánica de una fuente exterior la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión.

Fig. 1.20 Bomba hidráulica.

Fuente:

<http://www.google.es/imgres?imgurlkalipediamedia/ingenieria/informatica/2007/08/221>

1.8.1 Bombas de desplazamiento no positivo

Se dice que una bomba es de desplazamiento **No** positivo cuando su órgano propulsor no contiene elementos móviles; es decir, que es de una sola pieza, o de varias ensambladas en una sola.

A este caso pertenecen las bombas centrífugas, cuyo elemento propulsor es el rodete giratorio. En este tipo de bombas, se transforma la energía mecánica recibida en energía hidro-cinética, imprimiendo a las partículas cambios en la proyección de sus trayectorias y en la dirección de sus velocidades. Es muy importante en este tipo de bombas que la descarga de las mismas no tenga contrapresión pues si la hubiera, dado que la misma regula la descarga, en el caso límite que la descarga de la bomba, estuviera totalmente cerrada, la misma seguiría en movimiento, sin generación de caudal alguno, trabajando no obstante a plena carga con el máximo consumo de fuerza matriz.

Por las características señaladas, en los sistemas hidráulicos de transmisión hidrostática de potencia hidráulica NUNCA se emplean bombas de desplazamiento NO positivo.

1.8.1.2 Bombas de desplazamiento positivo

Se dice que una bomba es de desplazamiento positivo, cuando su órgano propulsor contiene elementos móviles de modo tal que por cada revolución se genera de manera positiva un volumen dado, independientemente de la contrapresión a la salida. En este tipo de bombas la energía mecánica recibida se transforma directamente en energía de presión que se transmite hidrostáticamente en el sistema hidráulico.

En las bombas de desplazamiento positivo siempre debe permanecer la descarga abierta, pues a medida que la misma se obstruya, aumenta la presión en el circuito hasta alcanzar valores que pueden ocasionar la rotura de la bomba; por tal causal siempre se debe colocar inmediatamente a la salida de la bomba una válvula de alivio o de seguridad. con una descarga a tanque y con registro de presión.

1.9 Ventajas del acero como material estructural

1.9.1 Ventajas

1.9.1.1 Alta resistencia

La alta resistencia del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos.

1.9.1.2 Homogeneidad

Las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.

1.9.1.3 Elasticidad

El acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables.

1.9.1.4 Precisión dimensional

Los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.

1.9.1.5 Ductilidad

El acero permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión, ayudando a que las fallas sean evidentes.

1.9.1.6 Tenacidad

El acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica).

1.9.1.7 Facilidad de unión con otros miembros

El acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.

1.9.1.8 Rapidez de montaje

La velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales.

1.9.1.9 Disponibilidad de secciones y tamaños

El acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.

1.9.1.10 Costo de recuperación

Las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.

1.9.1.11 Reciclable

El acero es un material 100 % reciclable además de ser degradable por lo que no contamina.

1.9.1.12 Permite ampliaciones fácilmente

El acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.

1.9.1.13 Se pueden prefabricar estructuras

El acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.

1.9.2 Desventajas del acero

1.9.2.1 Corrosión

El acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos (primarios anticorrosivos) exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable.

1.9.2.2 Calor o fuego

En el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.

1.9.2.3 Pandeo elástico

Debido a su alta resistencia / peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicas las columnas de acero.

1.9.2.4 Fatiga

La resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas).

1.9.2.5 Cargas muertas

Son de magnitud constante y se mantienen fijas en el mismo sitio.

⇒ Peso propio de la estructura (miembro)

⇒ Muros

⇒ Pisos

⇒ Plomería, etc.

Se estiman lo más pegado a la realidad posible.

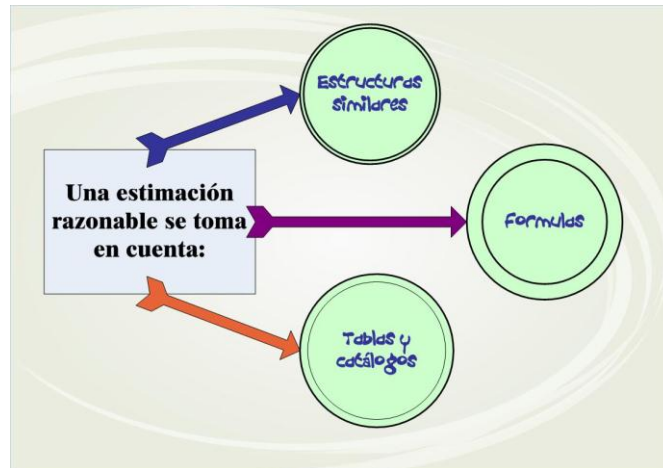


Fig. 1.21 Ciclo de construcción de una estructura.

Fuente: SILVEIRA – FRANCO; Conservación de forrajes; Revista Electrónica de Veterinaria REDVET; Vol. VII, N° 11, Noviembre/2006

1.9.2.6 Cargas vivas

Son las que pueden cambiar de posición y/o magnitud, es decir, todas las cargas que no son muertas son vivas

Cargas Móviles: Se mueven bajo su propio esfuerzo, Ej.

- ⇒ Personas
- ⇒ Automotores.
- ⇒ Grúas, etc.

Cargas Movibles: Necesitan un agente externo para su movimiento. Ej.

⇒ Muebles

⇒ Materiales de bodega

⇒ Granizo

⇒ Cisterna, etc.

CAPITULO II

2.1 Análisis y selección de alternativas

A continuación se detallan tres alternativas fundamentales para el proceso de compactación de fardos de heno, se analizaron costos y beneficios, este es un proyecto que tiene un impacto social, se quiere buscar la forma de apoyar a la Comunidad San Cayetano en el Cantón Mejía, ya que los comuneros no cuentan con un capital suficiente para adquirir maquinaria costosa.

2.1.1 Alternativa 1

2.1.1.1 Compactadora manual

Fig. 2.1 Compactación manual de heno.

Fuente http://es.wikipedia.org/wiki/Heno#Enfardamiento_mecanizado

2.1.1.2 Descripción

La máquina consta de un marco (A) formado por dos ángulos a los que van ensambladas láminas de madera, con soportes (B), tiene un brazo de apoyo de la palanca que es un tubo metálico (C), una placa metálica que actúa como prensa que es el componente que se encarga de ejercer la compresión de compactación del material a empacar (D), y el cajón con las dimensiones deseadas de las pacas (E). Véase fig. 2.1

2.1.1.3 Ventajas

- i.* Fácil construcción.
- ii.* Buena maniobrabilidad para obtener fardos.
- iii.* Operación sencilla.

2.1.1.4 Desventajas

- i.* Se necesitan por lo menos dos personas para trabajar
- ii.* Demasiado tiempo en la elaboración de pacas
- iii.* Mucho desgaste físico de los operarios

2.1.2 Alternativa 2

2.1.2.1 Prensa compactadora

Fig. 2.2 Esquema de compactadora hidráulica.

Fuente: Imprenta Don Bosco. Quito Ecuador, campus Kennedy

2.1.2.2 Descripción

Es una prensa hidráulica con su carrera y capacidad de compactación regulada para trabajar con heno, diseñada con sistemas electromecánicos véase fig.2.2

2.1.2.3 Ventajas

- i. Fácil construcción.
- ii. Buena maniobrabilidad.
- iii. Operación sencilla.
- iv. Disminuye el tiempo de trabajo en la elaboración de fardos.

2.1.2.4 Desventajas

- i. Difícil de transportar.

2.1.3 Alternativa 3

2.1.3.1 Roto-compactadora



Fig. 2.3 Roto-compactadora.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/forraje>

2.1.3.2 Descripción

Es una compactadora rotativa, la cual primero compacta al heno y luego lo enrolla por medio de un sistema de rodillos, para obtener fardos cilíndricos.

2.1.3.3 Ventajas

- i.* Alimentación automática y operación sencilla.
- ii.* Se puede usar con cualquier altura de pasto
- iii.* Gran velocidad de compactación.

2.1.3.4 Desventaja

- i.* Se necesita de un tractor
- ii.* Costo relativamente elevado.
- iii.* Construcción con mano de obra especializada.

2.2 Análisis de alternativas

2.2.1 Parámetros de ponderación

En la tabla 2.1 se indica los valores de ponderación promedio para el análisis.

1-4	Caro, difícil, mucho esfuerzo
5-7	Medianamente caro, relativamente fácil, poco esfuerzo.
8-10	Barato, fácil, poco esfuerzo

Tabla 2.1 Parámetros de ponderación.

Fuente: Los autores

DETALLE	ALT 1	ALT 2	ALT 3
Costo	10	8	4
Mantenimiento	10	9	6
Facilidad de operación	10	9	8
Esfuerzo corporal	4	10	10
Instalación	10	9	7
Peso	9	8	6
Accesibilidad de accesorios	10	9	6
Seguridad de uso	7	9	9
Duración	8	9	9
TOTAL	78	80	65

Tabla 2.2 Análisis de alternativas.

Fuente: La comunidad

Tabla 2.3 Análisis estadístico de alternativas.

Fuente: Los autores

Tabla 2.4 Resultados finales.

Fuente: Los autores

Luego de haber realizado un estudio de mercado, factibilidades y otros parámetros con un gran porcentaje de moradores de la Comunidad San Cayetano se logro determinar que la alternativa uno por ser económica fue bien vista, pero como el trabajo es manual la gente la rechazo.

Se les presento la alternativa tres para realizar una inversión de todos los moradores, con un cierto capital, pero la gran mayoría al escuchar la cuota de dinero se retiro de la reunión alegando que no tienen dinero suficiente para invertir.

La alternativa que si fue bien vista fue la dos, es por ello que luego del diseño y simulación de este proyecto, a futuro se pensará en una posible construcción para satisfacer las necesidades de los comuneros; es la mejor opción.

CAPITULO III

3.1 Diseño de la compactadora

3.1.1 Antecedentes

En la producción mecanizada de heno¹⁰ el enfardado más común es hecho por máquinas que recogen el forraje cortado. Hay fundamentalmente dos tipos de fardos: el fardo estándar de forma de un prisma rectangular que puede ser manejado manualmente y los fardos grandes, cilíndricos de cerca de 500 Kg de masa que se manejan usando un tractor. Un fardo estándar mide aproximadamente 0.36 x 0.46 x 0.90 m. y pesa entre 15 y 25 Kg según la densidad del fardo. La densidad del fardo está por lo general entre 110 Kg/m³ y 150 Kg/m³. Véase fig. 3.1

Fig. 3.1 Fardo prismático de heno.

¹⁰ CHAVEZ MONICA; Definición de parámetros ideales para el almacenamiento y preservación d pacas de heno bajo condiciones para la disponibilidad de un buen alimento para el ganado; Tesis de grado; Ingeniería Agroindustrial; 2010; pág. 24

Fuente: <http://www.google.es/imgres?imgurl=http://us.123rf.com/400wm/400/400/joebelanger/joebelanger0909/joebelanger090900053/5541454-un-fardo-de-heno>

3.1.2 Determinación de los parámetros de diseño

Debido a las condiciones de vivienda, alimentación y otros parámetros en el desarrollo de los comuneros del Cantón Mejía se ve la necesidad de dimensionar los fardos de heno en forma empírica, para ser almacenados y las medidas representativas son las siguientes véase fig. 3.2 (mm)

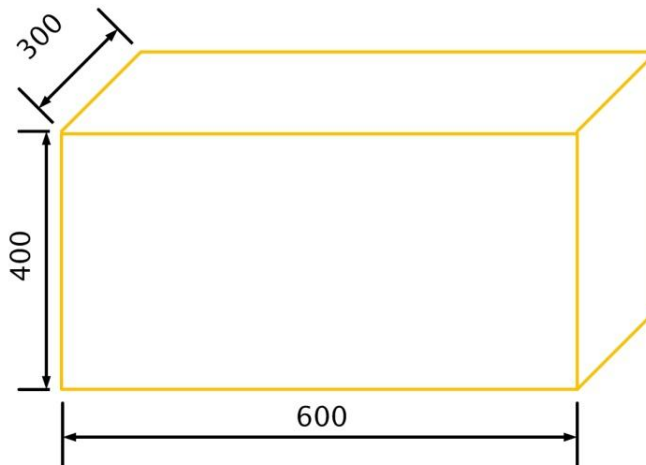


Fig. 3.2 Esquema de un fardo de heno.

Fuente: los autores

3.1.1.2 Cálculo de volumen de heno

	(mm)	(m)
Largo	600	0,6
Ancho	400	0,4
Espesor	300	0,3
Volumen (m ³)	0,072	

Tabla 3.1 Tabla de volumen del heno.

3.1.1.3 Cálculo de la masa aproximada de los fardos de heno¹¹

Se ha tomado como referencia datos aleatorios para determinar cual es la masa aproximada que debe tener un fardo de heno para que una persona de contextura baja pueda transportar sin problema una distancia considerable el fardo véase Tabla 3.2 donde las dimensiones del fardo cambian al considerado para el diseño de este proyecto.

Dimensiones de las pacas de heno (m)	0,6 x 0,5 x 0,35
Volumen (m ³)	0,105
Masa promedio (Kg)	13.25
Pacas con mayor humedad (Kg)	30
Pacas con menor humedad (Kg)	19

Tabla 3.2 Masa del heno.

Fuente: Los autores

¹¹ CHAVEZ MONICA; Definición de parámetros ideales para el almacenamiento y preservación d pacas de heno bajo condiciones para la disponibilidad de un buen alimento para el ganado; Tesis de grado; Ingeniería Agroindustrial; 2010; pág. 59

Una vez realizado esta comparación de dimensiones se ve que con una densidad de 125 Kg/m³ la masa del fardo va aumentar y si a esta masa se le agrega el valor de la gravedad el peso aumenta proporcionalmente. Véase tabla 3.3

Volumen (m³)	Masa (Kg)
0,105	20
0,072	13,71

Tabla 3.3 Fardos con mayor humedad.

Fuente: Los autores

También se logro determinar mediante experimentos con heno sin mucho porcentaje de humedad, donde la masa ideal para nuestro proyecto con un volumen de 0.072m³ es 8.91 a 9 Kg aproximadamente véase tabla 3.4

Volumen (m³)	Masa (Kg)
0,105	13
0,072	8,91

Tabla 3.4 Fardos con menor humedad.

Fuente: Los autores

El cálculo del volumen aproximado del heno no compactado se lo realizó en forma experimental, a continuación se describe los pasos que se determinaron para realizar este trabajo.

- a. Se peso una muestra de heno aproximadamente 20 Kg
- b. Introducirlos en un saco (almacenamiento de arroz)
- c. Verificar si se llena o no el saco
- d. Tomar las dimensiones del saco
- e. Calcular el volumen

Después de pesar el pasto seco se lo introdujo en el saquillo, fue necesario utilizar dos, ya que el primero se lo lleno sin compactarlo, y el segundo saco se lleno aproximadamente un 40% de su capacidad, por lo tanto se calculo el volumen del saco lleno. Véase tabla 3.5, donde se aproxima el volumen del saco lleno:

	(mm)	(m)
Largo	750	0,75
Ancho	600	0,6
Espesor	200	0,2
Volumen (m³)	0,09	

Tabla 3.5 Volumen de saco lleno.

Fuente: Los autores

A este volumen lo tenemos que reducir ya que no todo el saco tiene el mismo espesor, aproximadamente el 75% del saco mantiene el mismo espesor, entonces el volumen aproximado del saco sería: $0,75 * 0,09 = 0,0675 \text{ m}^3$.

Como también se lleno el 40% de un segundo saco, el volumen total será: $0,0675 * 1,4 = 0,0945 \text{ m}^3$.

Lo que hace que con este volumen multiplicado por un densidad de $125\text{kg}/\text{m}^3$ nos de una masa aproximada de 12 Kg. Se le hizo transportar del suelo este fardo a un niño que cotidianamente realiza estas labores y considerando la distancia de desplazamiento diaria desde la bodega al establo el comentó que era muy pesado y se agotó demasiado.

Al día siguiente el niño realizo el mismo trabajo con el fardo de diseño con la masa de 9 Kg. y comento que estuvo más liviano por ende podía hacer mas viajes.

3.1.1.4 Determinación de la presión de compactación¹²

En la prueba realizada se aplicó una presión 690 KPa., el forraje mantuvo la forma, el producto estaba muy bien compactado pero se apreció una mayor cantidad de humedad en las paredes de la bolsa. El volumen antes y después de compactar fueron, respectivamente $2,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ y $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

Una vez realizadas las pruebas de compactación, se encontró que las mejores opciones de trabajo se obtienen a una presión de 552 KPa (80 psi) debido principalmente a los siguientes aspectos:

- i.* Se obtuvo una muy buena compactación del producto con lo que se logra una eficiente extracción del aire al interior del forraje.

¹² HERRERA-MEDINA-QUINTERO; Diseño de una máquina para el empaque de forraje de maíz para ensilaje: dosificación y compactación; Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 61, núm. 2, 2008, pp. 4676- 4685

- ii. La consistencia del compactado es muy similar a la obtenida a 621 KPa y a 690 KPa, pero sin tanto consumo de potencia, lo que será vital a la hora del diseño del equipo.
- iii. No se presentó pérdida de fluidos en el forraje.

Para la compactadora a diseñar se realizará un análisis del porcentaje de compactación y la presión de compactación. Véase tabla 3.6.1 a tabla 3.6.3

Presión (KPa)	Volumen inicial (m ³)	Volumen final (m ³)	ΔV (m ³)	% compactación
690	0,0026	0,0012	0,0014	53,85
552	0,00208	0,00096	0,00112	53,85

Tabla 3.6.1 Teórico.

Volumen inicial (m³)	Volumen final (m ³)	ΔV (m ³)	% compactación
0,0945	0,072	0,0225	23,81

Tabla 3.6.2 Cálculos de diseño.

Presión	% compactación
552	53,85
244,1	23,81

Tabla 3.6.3 Presión Vs porcentaje de compactación.

Fuente: los autores

Para nuestro diseño se utilizará la presión de 244 KPa (35psi, aproximadamente), para garantizar la compactación del fardo, y se diseñará un circuito hidráulico que limita la carrera del pistón.

3.2 Cálculo de la fuerza del cilindro

La presión se distribuirá en un área igual a la cara superior del fardo: 600 x 300, lo que tenemos un área de 180.000 mm² o 0,18 m².

Sabiendo que:

Ecuación 3.1

Para seleccionar el sistema hidráulico se reviso catálogos en la página web: <http://www.roemheld.de>, donde se encontró un cilindro hidráulico de doble efecto con un diámetro de 25 a 50mm presión máxima de trabajo 320 Pa. y una carrera de 60 a 1200 mm.

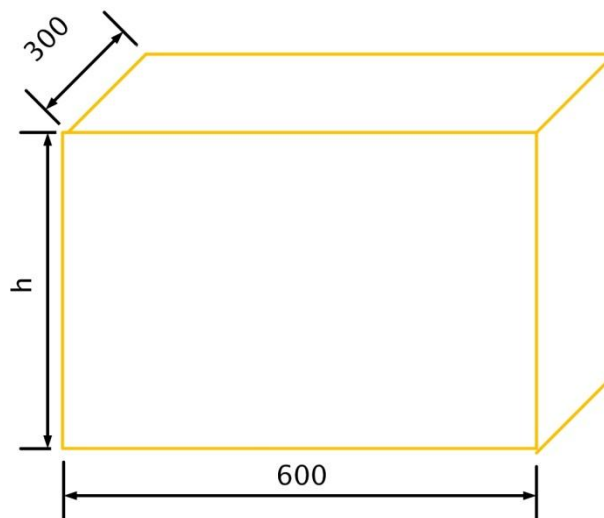
Ver tabla A.1

3.2.1 Características principales del cilindro

3.2.1.1 Cálculo de la carrera

La reducción de volumen se la realiza con el alto del fardo, esta dimensión se la obtiene de la siguiente manera. Véase fig. 3.2

Volumen inicial:

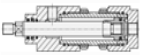


$$V=b.h.e$$

Ecuación 3.2

La altura que se reduce es: $0,525 - 0,4 = 0,125$ m (125 mm)

Que será la carrera del cilindro hidráulico.



B1.2811 Cilindros hidráulicos sin amortiguación final ejecución corta presión máx. de servicio 200 bar

Carreras normalizadas de 100 hasta 1000 mm
construcción corta
 orificio roscado para la conexión con racores y tubos, en el costado y detrás con juntas de Perbunan
 diámetro del pistón de 25 hasta 80 mm

Ayuda para la elección

- Cilindros hidráulicos
 - B1.2811 Cilindros hidráulicos
 - B1.282 Cilindros hidráulicos
 - B1.500 Cilindros hidráulicos
- Cilindros universales
- Cilindros enroscables
- Cilindros tipo bloque
- Correderas hidráulicas
- Cilindros tipo vástago hueco
- Elementos eléctricos de sujeción
- Elementos de sujeción hidráulicos
- Elementos de apoyo hidráulicos
- Válvulas hidráulicas
- Generadores de presión hidráulica
- Elementos para la alimentación de accesorios
- Accesorios
- Elementos de posicionado y de sujeción
- Mordazas hidráulicas para útiles
- Elementos neumáticos
- Técnica de manipulación
- Mesas de montaje
- Técnica de propulsión

Opción según características				Retroceder todos
Ø pistón: [mm]	25 32 40 50 63 80	Amortiguación final:	sin	
Carrera: [mm]	100 160 200 250 320 400 500 630 800 1000	Fijación:	Orificios longitud. delante	
Presión de servicio [bar]	63 100 160 200	Final vástago pistón:	Rosca exterior	
Control de posición:	no posible	Alimentación de aceite:	orificio roscado	
Resultado 60 de 60 Productos				
Resulta páginas: 1 [2] [3]				
Referencia	Designación 1	Designación 2	Hoja del catálogo	
1283005	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 100 mm carrera	B12811	
1283015	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 160 mm carrera	B12811	
1283025	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 200 mm carrera	B12811	
1283035	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 250 mm carrera	B12811	
1283045	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 320 mm carrera	B12811	
1283055	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 400 mm carrera	B12811	
1283065	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 500 mm carrera	B12811	
1283075	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 630 mm carrera	B12811	
1283085	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 800 mm carrera	B12811	
1283095	Cilindro hidráulico	Ø25/16 x 1000 mm carrera	B12811	
1284005	Cilindro hidráulico	Ø32/20 x 100 mm carrera	B12811	
1284015	Cilindro hidráulico	Ø32/20 x 160 mm carrera	B12811	
1284025	Cilindro hidráulico	Ø32/20 x 200 mm carrera	B12811	
1284035	Cilindro hidráulico	Ø32/20 x 250 mm carrera	B12811	

Tabla 3.7.1 Determinación del cilindro hidráulico.

Fuente: <http://www.roemheld.de>

Se ingresa el dato calculado, carrera de 125 mm y el fabricante sugiere cilindro hidráulico N1283-0.15 véase tabla 3.7.1 a tabla 3.7.2

No. del Artículo | **Descripción** | **A este artículo**

1283-015 demandar	Cilindro hidráulico Ø25/16 x 160 mm carrera sin amortiguación 200 bar, según hoja B1.2811	B1.2811 B1.2811 CAD
-----------------------------	--	---------------------------

Todas las informaciones sin garantía! La hoja del catálogo actual en PDF es válida!

Figura	Características técnicas	Accesorios
	Ø pistón: [mm] 25 Carrera: [mm] 160 Presión de servicio [bar] 200 Control de posición: no posible Amortiguación final: sin Fijación: Orificios longitud. delante Final vástago pistón: Rosca exterior Alimentación de aceite: orificio roscado	1283-910 demandar Brida para cilindro hidráulico para 1283-XXX y 1293-XXX 1293-940 demandar 200 bar, según hoja B1.281 Soporte de cojinete para 1293-1X-XXXX según hoja G3.810

Informaciones de la hoja del catálogo en PDF

Ventajas

- Longitud mínima
- Velocidad máx. de desplazamiento del pistón 0.5 m/s
- Juntas tipo Glydring, de desgaste y rozamiento reducidos
- Estanteidad casi perfecta gracias a la doble junta del vástago del pistón
- Vástago del pistón templado por inducción y cromado duro
- Vástago del pistón cromado duro
- Particularmente apropiado para la construcción de utilajes y de moldes debido a la posibilidad de fijación directa por la cabeza del cilindro (diámetro reducido) y la precisión del centrado
- Conexión por brida según DIN ISO 6020

Tabla 3.7.2 Selección de cilindro hidráulico.

Fuente: <http://www.roemheld.de>

En esta misma página se encuentra la bomba hidráulica requerida donde se determina una bomba de accionamiento manual para el cilindro requerido véase Tabla A.2

3.3 Cálculo de la bomba

En esta misma página podemos seleccionar la bomba adecuada para el cilindro seleccionado. Véase Tabla A.3

Según recomendaciones del fabricante se selecciona un abomba hidráulica con dos caudales y dos presiones con un volumen de aceite hidráulico de 200 a 1800 cm³ con una presión de (90 – 700) Pa. Véase tabla 3.8.

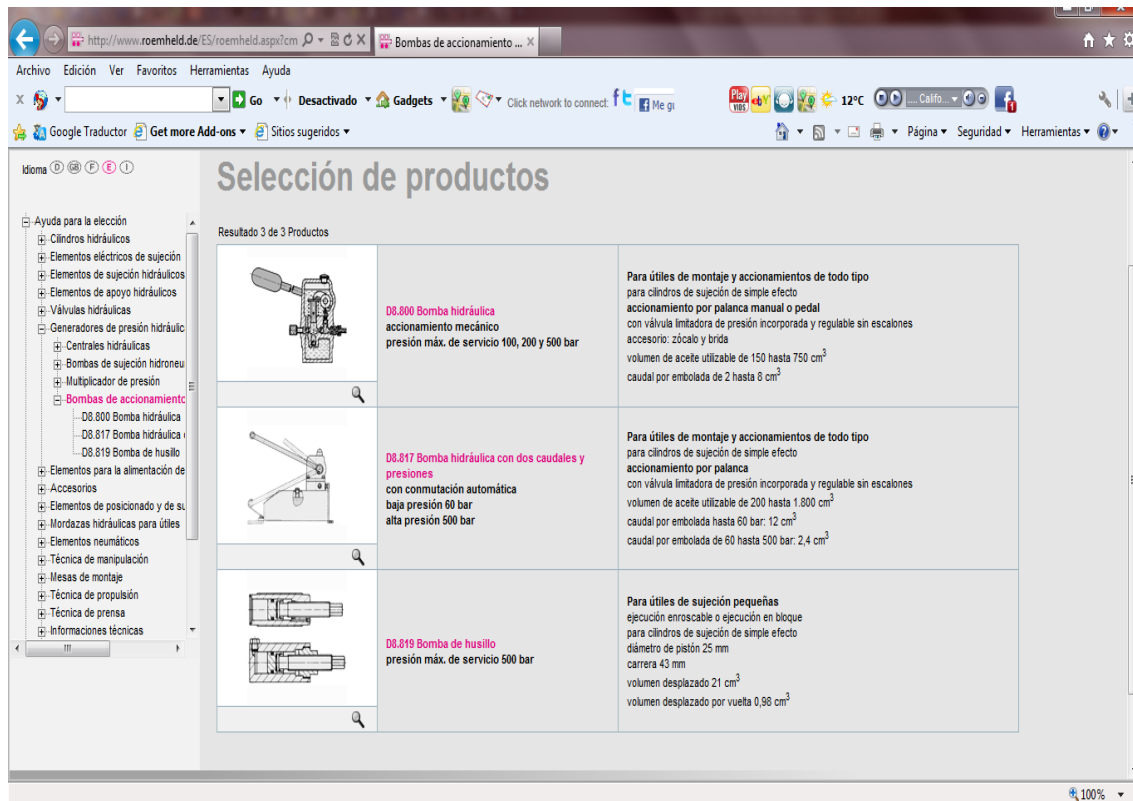


Tabla 3.8 Selección de bomba hidráulica y dos presiones.

Fuente: <http://www.roemheld.de>

3.3.1 Esquema Hidráulico

La compactadora solo se debe de accionar cuando el operario pulse simultáneamente dos pulsadores con la finalidad precautelar su integridad física utilizando todas las normas de seguridad industrial. Véase fig.3.3

Fig. 3.3 Esquema de funcionamiento hidráulico.

Fuente: <http://www.roemheld.de>

3.4 Diseño de los elementos de la compactadora

3.4.1 Diseño del bastidor

Fig. 3.4 Diseño de bastidor de la compactadora.

Fuente: Software inventor, los autores

Para este diseño se ha seleccionado un acero estructural ISO 40x40x3 y como referencia se ha tomado el cálculo de presiones en los silos de forraje¹³

El forraje ensilado se acciona sobre el silo en dos formas, una se traduce en una presión horizontal que actúa contra las paredes, originando en las mismas tensiones de tracción. La otra es una verdadera fricción entre pared y forraje, generada a expensas de la presión horizontal y que se denomina presión de frotamiento. Es evidente que las presiones dependen del peso del forraje. Pero a su vez, éste depende de factores muy variables, tales como el tipo de forraje, el contenido de materia seca, la técnica empleada en el picado y fundamentalmente la altura del silo.

Es fácil comprender que frente a tan grande número de variables es imposible formular hipótesis conducentes a la determinación de una expresión teórica de las presiones en silo de forrajes.

3.4.1.1 Diseño de paredes

Por estas razones se determinaron experimentalmente las presiones en silos de forraje. Las primeras mediciones fueron realizadas por F. H. King en 1900, obteniendo expresiones que posteriormente fueron corregidas por el New Jersey Agricultural Experiment Station en el año 1946. Este Instituto obtuvo para el forraje de maíz y para un contenido de humedad de 75.5%, la siguiente ecuación de las presiones laterales en silos verticales:

Ecuación 3.3

¹³ SILOS PARA FORRAJE; <http://www.icpa.org.ar/publico/files/F60.pdf>

Donde:

h = expresada en m, es la distancia del extremo superior del silo al nivel considerado

P_{in} = es la correspondiente presión en kg/m^2 .

La fuerza de rozamiento que se transmite a la pared será:

Ecuación 3.4

Para el diseño, la fuerza de rozamiento está en sentido vertical, por esta razón no influye en el dimensionamiento del espesor de pared.

Con esto se estima una presión de prueba para dimensionar la pared del contenedor, usando ecuación 3.4 se obtiene:

Considerando una altura de 760 mm (0,76 m).

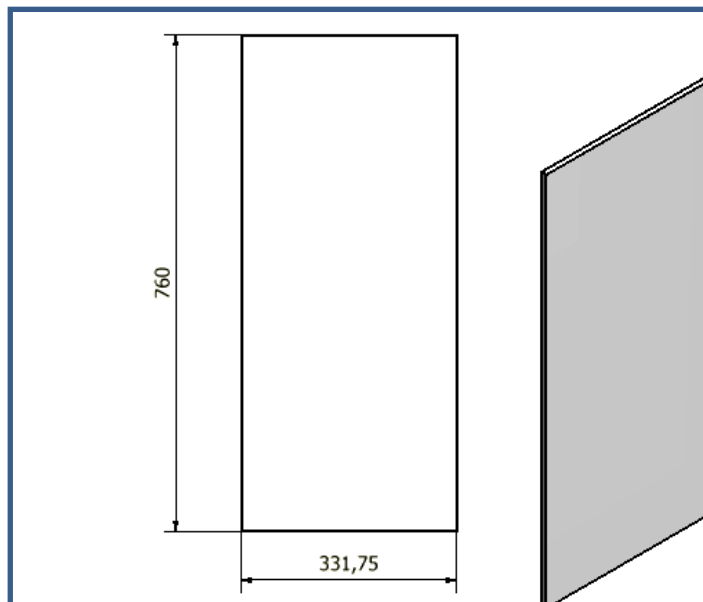


Fig. 3.5 Diseño de paredes de la compactadora.

Fuente: Software inventor, los autores

3.4.1.2 Consideraciones del espesor de placas planas¹⁴

Por lo tanto se considera una placa rectangular simplemente apoyada a lo largo de tres bordes, con una carga uniformemente distribuida (caso 18) véase tablas; 3.9.1 y 3.9.2, $R = 760$ mm (lado mayor), $r = 331,75$ mm (lado menor)

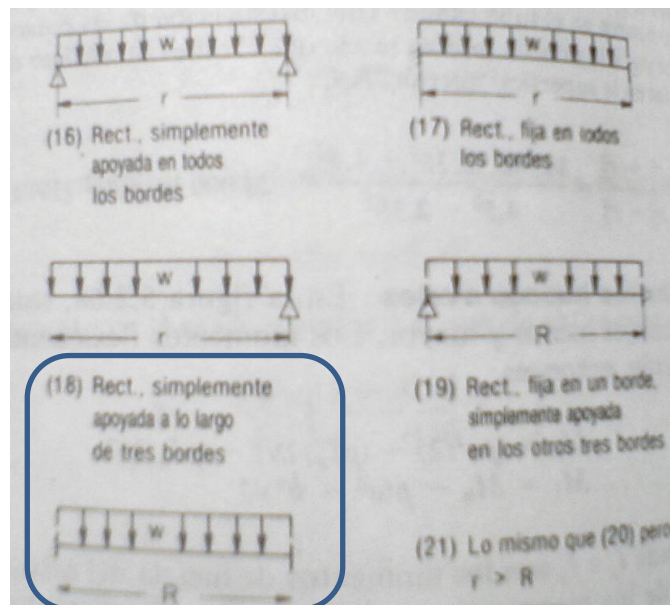


Tabla 3.9.1 Distribución de fuerzas de placas simplemente apoyada de tres bordes

(Caso18).

¹⁴ AVALLONE – BAUMEISTER; Manual del Ingeniero Mecánico; McGraw Hill; Colombia 1998; pág. 5-56, 5-57

Fuente: AVALLONE – BAUMEISTER; Manual del Ingeniero Mecánico; McGraw Hill;

Colombia 1998; pág. 5-56, 5-57

Coeficientes k y k_1 para placas rectangulares y elípticas										
$(\mu = 0.3)$										
R/r	1.0		1.5		2.0		3.0		4.0	
Caso	k	k_1	k	k_1	k	k_1	k	k_1	k	k_1
16	0.287	0.0443	0.487	0.0843	0.610	0.1106	0.713	0.1336	0.741	0.1400
17	0.308	0.0138	0.454	0.0240	0.497	0.0277	0.500	0.028	0.500	0.028
18	0.672	0.140	0.768	0.160	0.792	0.165	0.798	0.166	0.800	0.166
19	0.500	0.030	0.670	0.070	0.730	0.101	0.750	0.132	0.750	0.139
20	0.418	0.0209	0.626	0.0582	0.715	0.0987	0.750	0.1276	0.750	
21*	0.418	0.0216	0.490	0.0270	0.497	0.0284	0.500	0.0284	0.500	0.0284
22	0.160	0.0221	0.260	0.0421	0.320	0.0553	0.370	0.0668	0.380	0.0700
23*	0.160	0.0220	0.260	0.0436	0.340	0.0592	0.430	0.0772	0.490	0.0908
24	1.24	0.70	1.92	1.26	2.26	1.58	2.60	1.88	2.78	2.02
25	0.75	0.171	1.34	0.304	1.63	0.379	1.84	0.419	1.90	0.431

*La razón de longitudes es r/R en los casos 21 y 23.

Tabla 3.9.2 Coeficientes k y k_1 para el caso 18.

Fuente: AVALLONE – BAUMEISTER; Manual del Ingeniero Mecánico; McGraw Hill;

Colombia 1998; pág. 5-60

Se utiliza la ecuación de la deflexión máxima:

Ecuación 3.5

Se determina k_1 (tabla 3.9), con

Una vez calculado el factor $R/r = 2.29$ se encontró los siguientes coeficientes para el caso 18 que es una vida simplemente apoyado en tres bordes

Para el caso 18 tenemos:

R/r	k₁
2,0	0,165
3,0	0,166

Tabla 3.10 Relación de R/r para interpolación para obtener el coeficiente k₁

Interpolando para $R/r = 2,29$ se obtiene $k_1 = 0,16529$

Se despeja t de la ecuación 3.5 se tiene:

Ecuación 3.6

Donde

E= modulo de Young (N/m²)

k₁= coeficiente de longitudes

P_{in}= presión en las placas(N/m²)

r= la longitud (m)

$$E (N/m^2) = 210 \times 10^9$$

$$k_l = 0,16529$$

$$Pin (N/m^2) = 593,9$$

$$r (m) = 0,331$$

Se analiza esta fórmula con una tabla en Excel, para determinar el espesor adecuado

y_M (mm)	y_M (m)	$k_1 * w * r^4 / E$	$k_1 * w * r^4 / E Y_M$	t (m)	t (mm)
10	0,01	$5,611 \times 10^{-12}$	5,61116E-10	0,000824804	0,82
7	0,007	$5,611 \times 10^{-12}$	8,01594E-10	0,000928934	0,93
4	0,004	$5,611 \times 10^{-12}$	1,40279E-09	0,001119432	1,12
3	0,003	$5,611 \times 10^{-12}$	1,87039E-09	0,001232094	1,23
2	0,002	$5,611 \times 10^{-12}$	2,80558E-09	0,001410395	1,41
1	0,001	$5,611 \times 10^{-12}$	5,61116E-09	0,001776987	1,78
0,1	0,0001	$5,611 \times 10^{-12}$	5,61116E-08	0,003828402	3,83
0,2	0,0002	$5,611 \times 10^{-12}$	2,80558E-08	0,003038605	3,04
0,3	0,0003	$5,611 \times 10^{-12}$	1,87039E-08	0,002654466	2,65
0,4	0,0004	$5,611 \times 10^{-12}$	1,40279E-08	0,002411742	2,41
0,5	0,0005	$5,611 \times 10^{-12}$	1,12223E-08	0,002238863	2,24

Tabla 3.11 Hoja de cálculos.

Fuente: Software Microsoft Excel 2007, los autores

Como se puede observar, para obtener una deflexión de pared de 0,5 mm, el espesor debe ser de 2,24 mm, por lo que se seleccionará, un espesor de plancha, existente en el mercado.

Del catalogo de DIPAC, seleccionamos una plancha de 2,9 mm de espesor véase tabla A.5

3.5 Diseño de miembros verticales

Una vez ingresado los datos al software de ingeniería se determinó que la altura de la máquina compactadora adecuada para el proyecto es de 840mm. Véase fig. 3.6.1 y 3.6.2

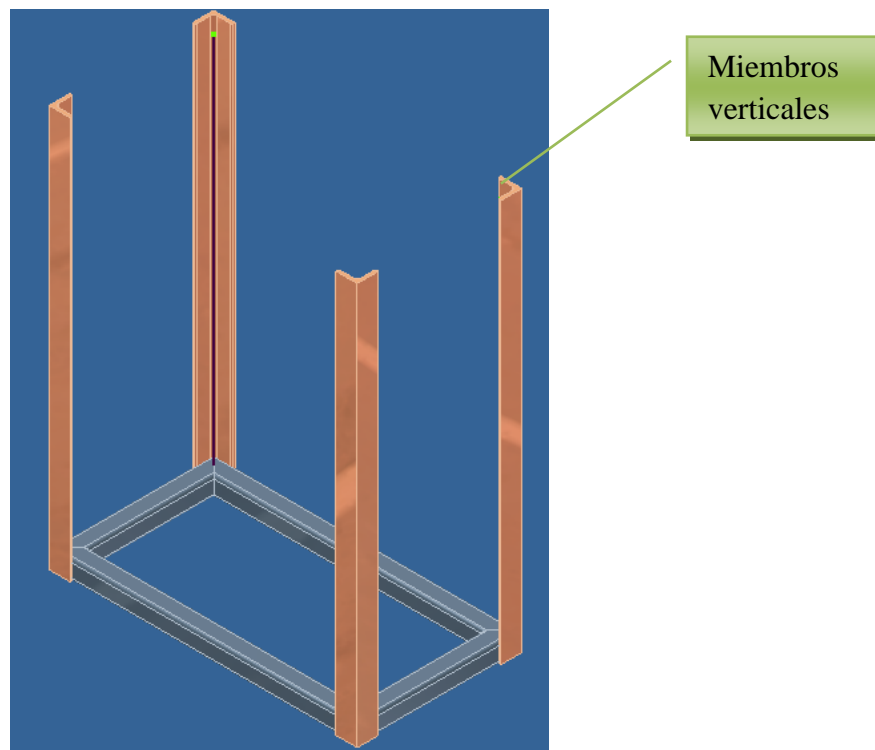


Fig. 3.6.1 Diseño de miembros verticales.

Fuente: Software inventor, los autores

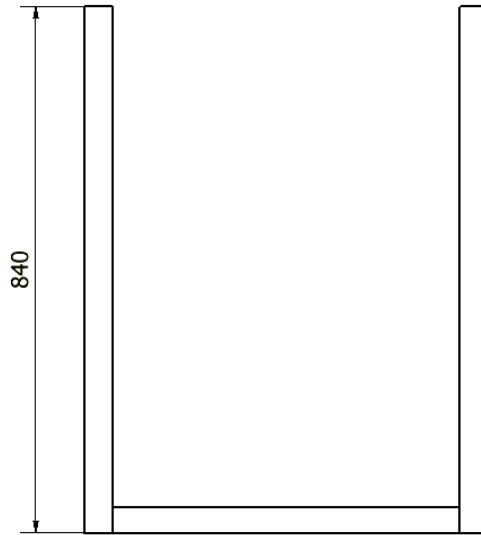


Fig. 3.6.2 Dimensionamiento de miembros verticales.

Fuente: Software Auto CAD, los autores

3.5.1 Análisis de cargas

Los miembros verticales son elementos estructurales que no actúan como columnas ya que la carga ejercida por el cilindro hidráulico no actúa en su centroide, por lo que se lo debe considerar como un elemento sometido a flexión, empotrado (está soldado en la base y reforzado con nervios) en uno de sus extremos y con un momento flector en el otro. Véase fig. 3.8.

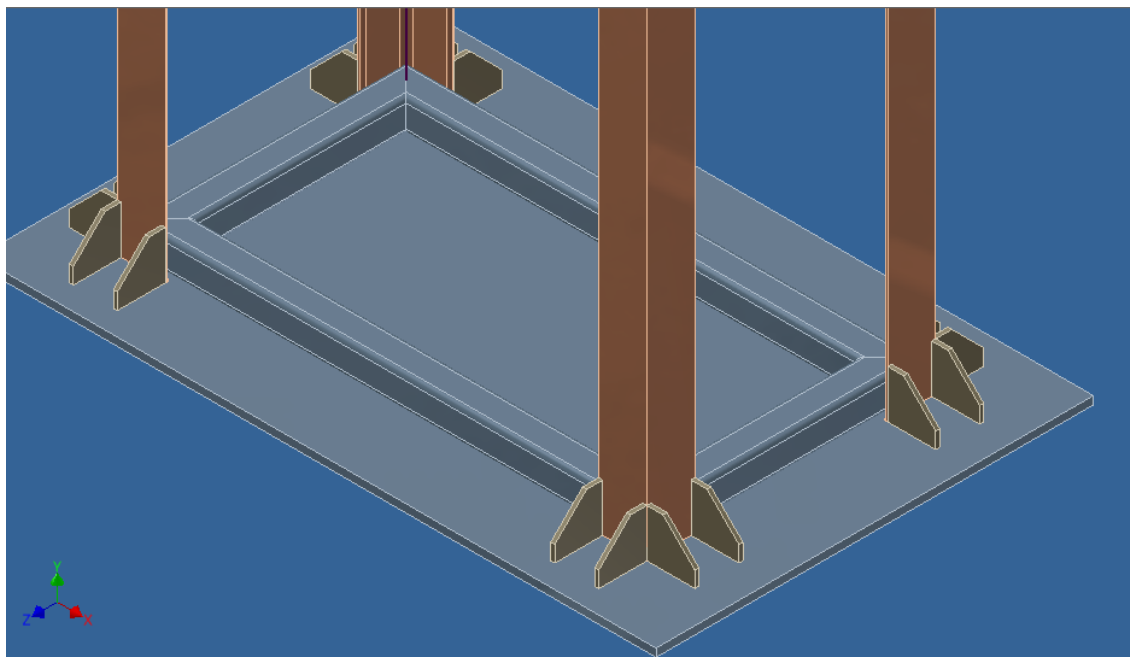


Fig. 3.8 Muestra de empotramiento sometido a un momento flector.

Fuente: Software inventor, los autores

3.5.1.1 Cálculo del momento flector

La fuerza del cilindro está aplicada en el centro de un área que corresponde a la cara superior del fardo. Véase fig. 3.9, donde se representa una fuerza F con la flecha roja.

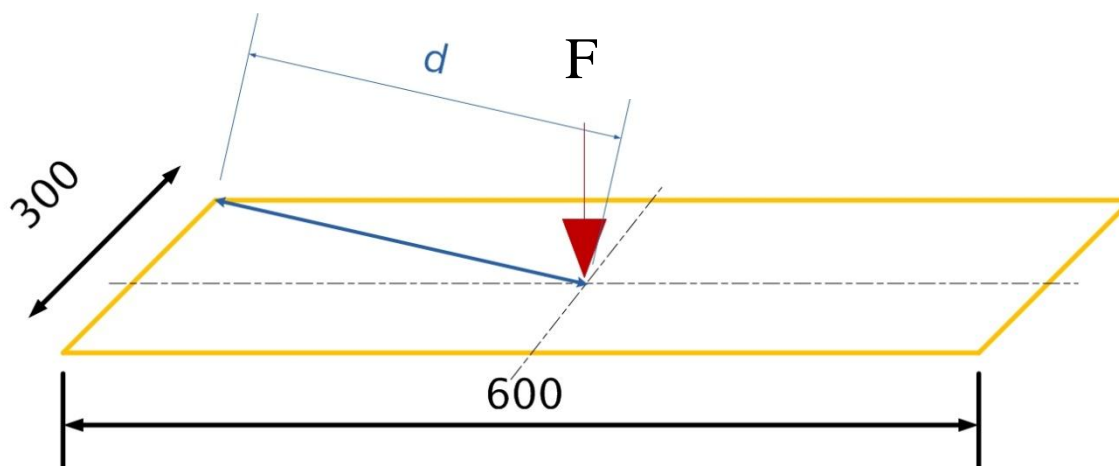


Fig. 3.9 Distribución de fuerza en el área superior.

Fuente: Software Auto CAD, los autores

Por lo tanto se tiene los siguientes cálculos:

Ecuación 3.7

La fuerza de funcionamiento del cilindro será dividida para cuatro miembros verticales. Ingresando los datos en el software tenemos un momento máximo flector de 4611.6 N.m de donde se calcula la fuerza, despejando la ecuación 3.7 se tiene; ver fig. 3.9.1.

Ecuación 3.8

Ecuación 3.9

$$FT = 10980 * 4 = 43920 \text{ N}$$

Usando las tablas de vigas empotradas se tiene:



Fig. 3.9.1 Viga empotrada.

Como el momento flector máximo lo tenemos en el empotramiento

Con el momento máximo se calcula el módulo de sección

Ecuación 3.10

Se trabaja con acero estructural ASTM A-36

Del catalogo de perfiles de DIPAC, véase tabla A.6

Del catalogo los módulos más cercanos para la elección del perfil correcto son los mencionados en la tabla

	Módulo de sección (cm³)	Peso (Kg/m)	Selección
100 x 100 x 14	32,98	20,07	No
125 x 125 x 8	32,29	15,16	No
150 x 150 x 6	35,88	13,92	Ok

Tabla 3.12 Selección de perfil estructural.

Fuente: catalogo de perfiles de DIPAC

Se usará el perfil más liviano, cuyo modulo de sección se acerca al calculado, se comprobará el factor de seguridad con la sección seleccionada:

$$S = 35,88 \text{ cm}^3 = 3,588 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Ecuación 3.11

Ecuación 3.12

El factor de seguridad indica que la selección no es segura, ya que el factor de seguridad mínimo que se acepta para el diseño es 1,66. Por lo que debemos rediseñar el perfil.

Asumiendo un factor de seguridad de 2, que es el más utilizado en el diseño mecánico, se calcula el esfuerzo de trabajo:

Se recalcula el modulo de sección, de ecuación 3.11 se despeja y se obtiene el módulo de sección del nuevo perfil:

Ecuación 3.13

Seleccionando de catalogo se obtiene, véase tabla A.7

Se usara un perfil 200 x 200 x 6

3.5.1.2 Simulando en Auto CAD Mechanical 2010; Fig. 3.10

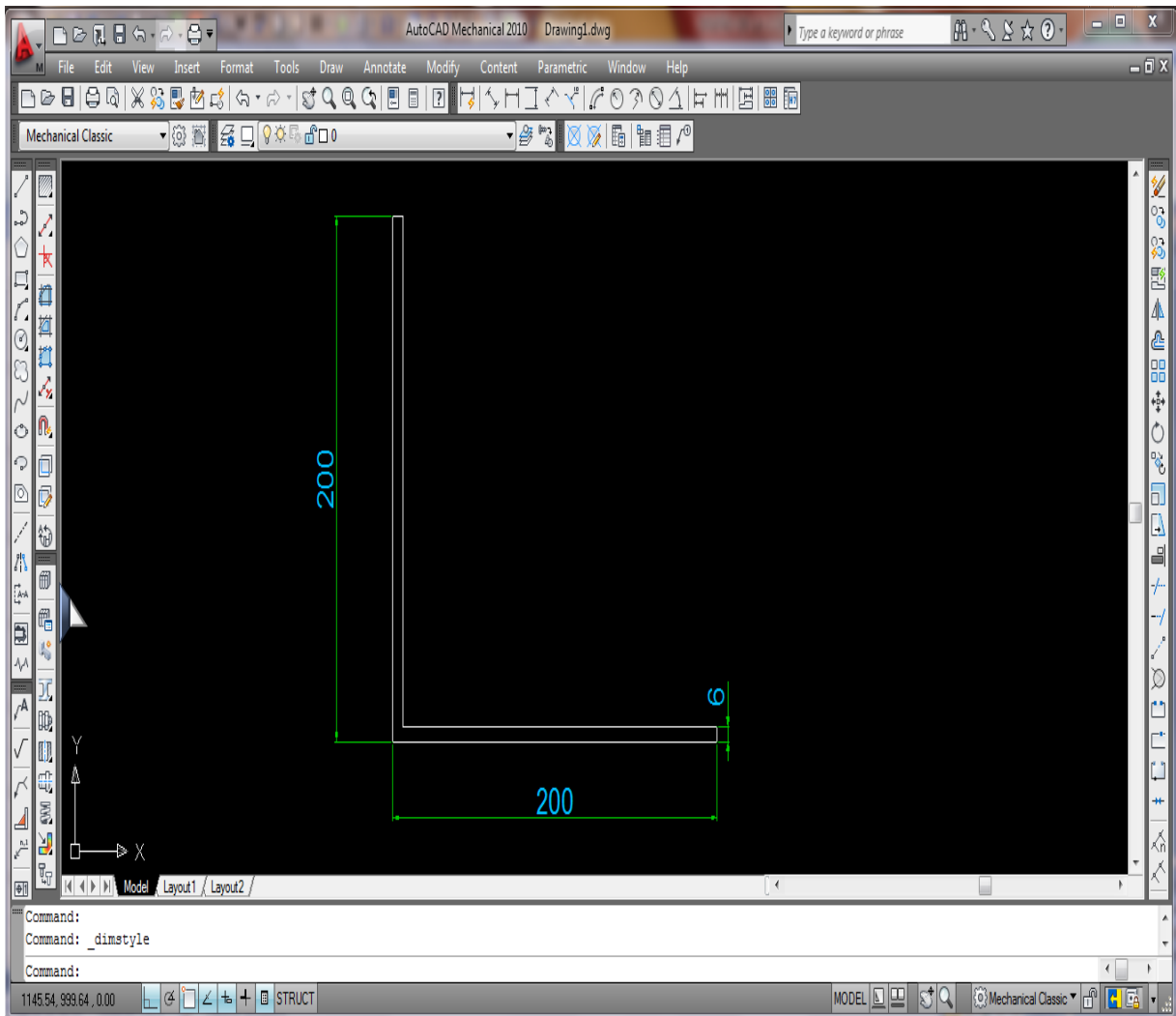


Fig. 3.10 Perfiles en Auto CAD.

Fuente: Auto CAD Mechanical, los autores.

Se coloca el perfil en la posición de trabajo y se calcula la inercia. Véase fig. 3.11

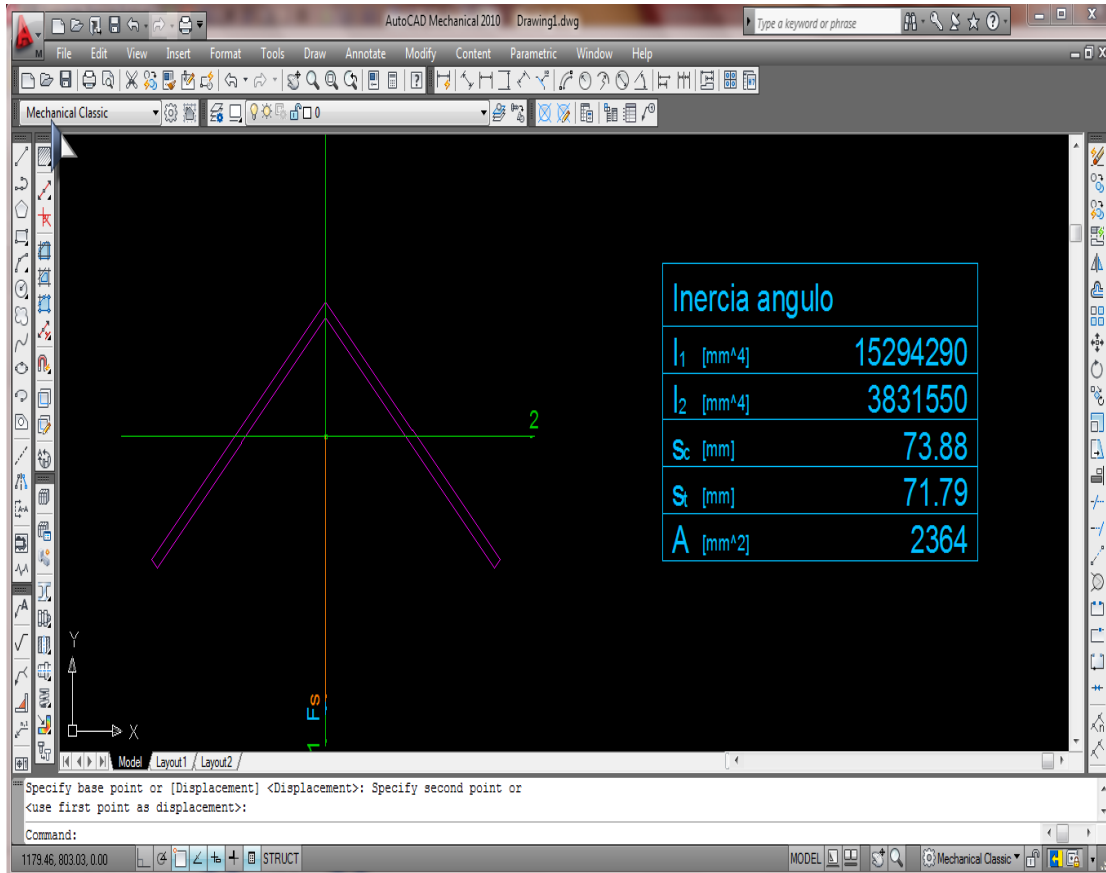


Fig. 3.11 Posición de trabajo del ángulo en Auto CAD.

Fuente: Auto CAD mechanical, los autores

Se coloca los apoyos y el momento, véase fig. 3.12

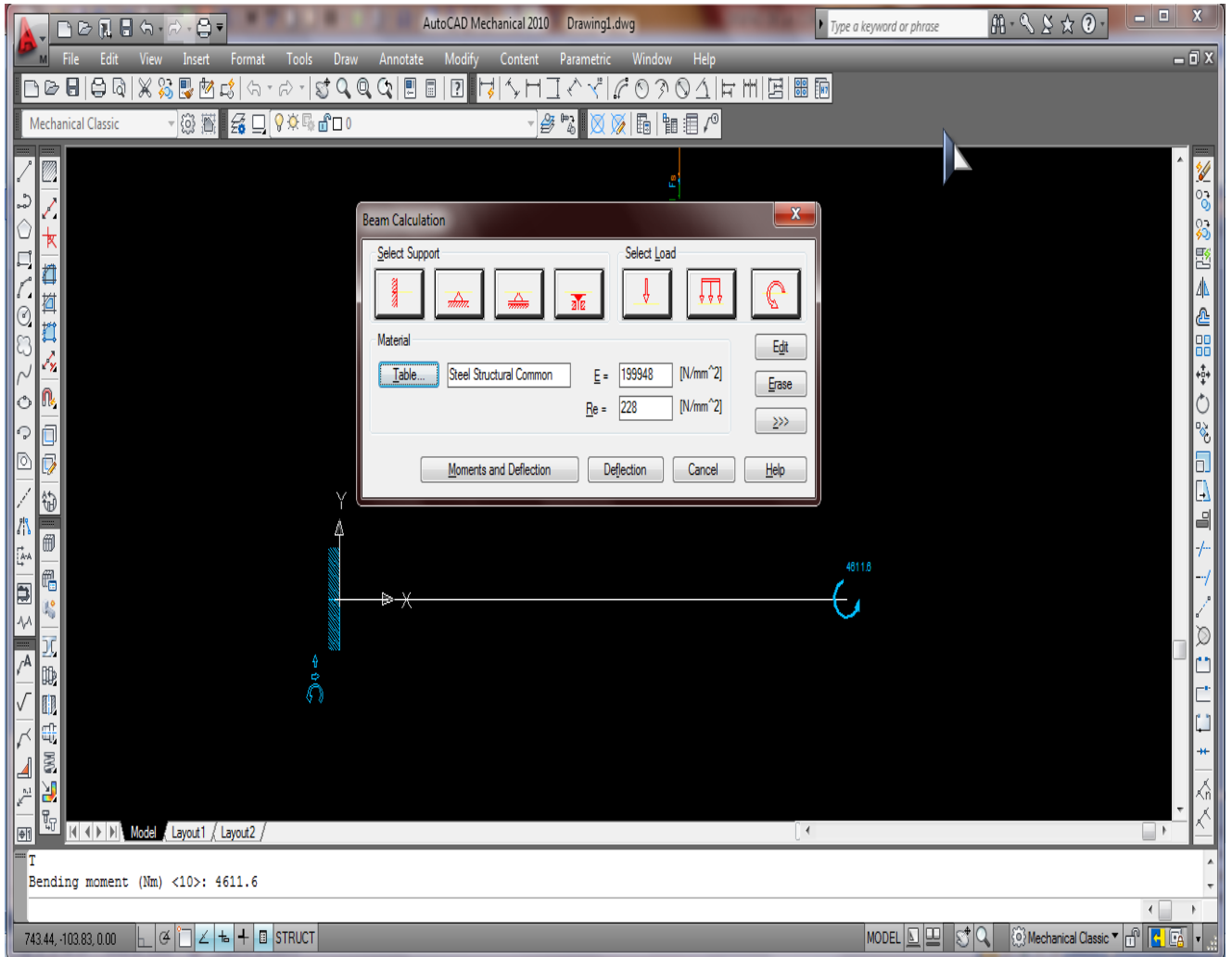


Fig. 3.12 Graficas de apoyos.

Fuente: Auto CAD mechanical, los autores.

Reacciones en el empotramiento, véase fig. 3.13

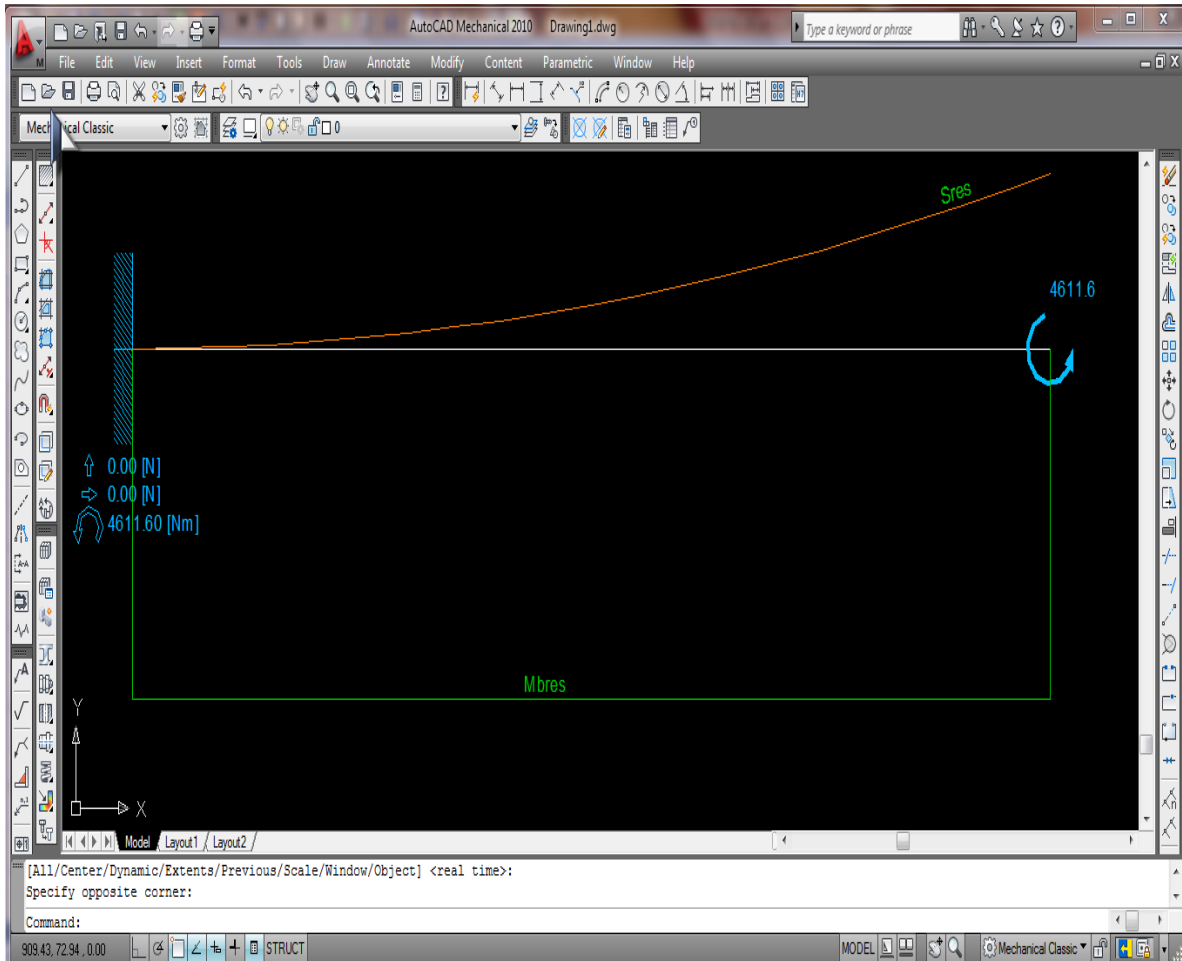


Fig. 3.13 Graficas de apoyos.

Fuente: Auto CAD mechanical, los autores.

Cuadro de resultados, véase fig. 3.14

Resultados			
Moment of Inertia	I1	[mm ⁴]	15294290
Moment of Inertia	I2	[mm ⁴]	3831550
Moment of Inertia	Ieff	[mm ⁴]	3831550
Max. Border Dist.		[mm]	73.88
Safety Factor			2.5641
Yield Point		[N/mm ²]	228
E-Modulus		[N/mm ²]	199948
Material			Steel Structural Common
Max.Deflection	S1	[mm]	2.123678
Max.Bending Moment	Mb1	[Nm]	4611.6
Max.Deflection	S2	[mm]	0.065155 E-15
Max.Bending Moment	Mb2	[Nm]	0.5648 E-12
Max.Stress	Res.	[N/mm ²]	88.920
Max.Deflection	Sres	[mm]	2.123678
Max.Bending Moment	Mbres	[Nm]	4611.6
Scale for Defl. Line			49.44:1
Scale for Bending Mom. Line			1:21.96

Fig. 3.14 Grafica de Resultados.

Fuente: Auto CAD mechanical, los autores.

De este cuadro de resultados de la simulación, observamos que el factor de seguridad es 2,56, varia con el calculado debido a que, se observa que los datos del material varían con los que se ha tomado para el cálculo, pero el programa me indica que el diseño es seguro.

Se calcula la deflexión, véase fig. 3.15

Fig. 3.15 Momento cortante.

Fuente: SHIGLEY, Joseph; MISCKE, Charles, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, sexta edición Mc Graw Hill/ Interamericana editores, año 2012, México, pág.279

Ecuación 3.14

Comparando con el obtenido en el programa, este tiene una diferencia de 0,07 mm, que es una diferencia despreciable.

Se compara esta con la deflexión admisible:

Ecuación 3.15

Por lo que se concluye que el diseño es seguro.

Se analiza el diseño por montaje al unir los dos ángulos seleccionados se obtendrá un ancho mayor de los 300 mm que es el ancho del fardo, por lo que no podemos utilizar el perfil seleccionado.

La solución que se plantea para este problema es utilizar un marco rectangular en la parte superior el cual absorberá las deflexiones de los miembros verticales. Además reforzaremos con dos anillos rigidizadores, véase Fig. 3.16 y la simulación del momento en las columnas, véase fig. 3.17

Seleccionamos un perfil más económico L 60 x 60 x 6, existente en el catalogo DIPAC, véase tabla A.8

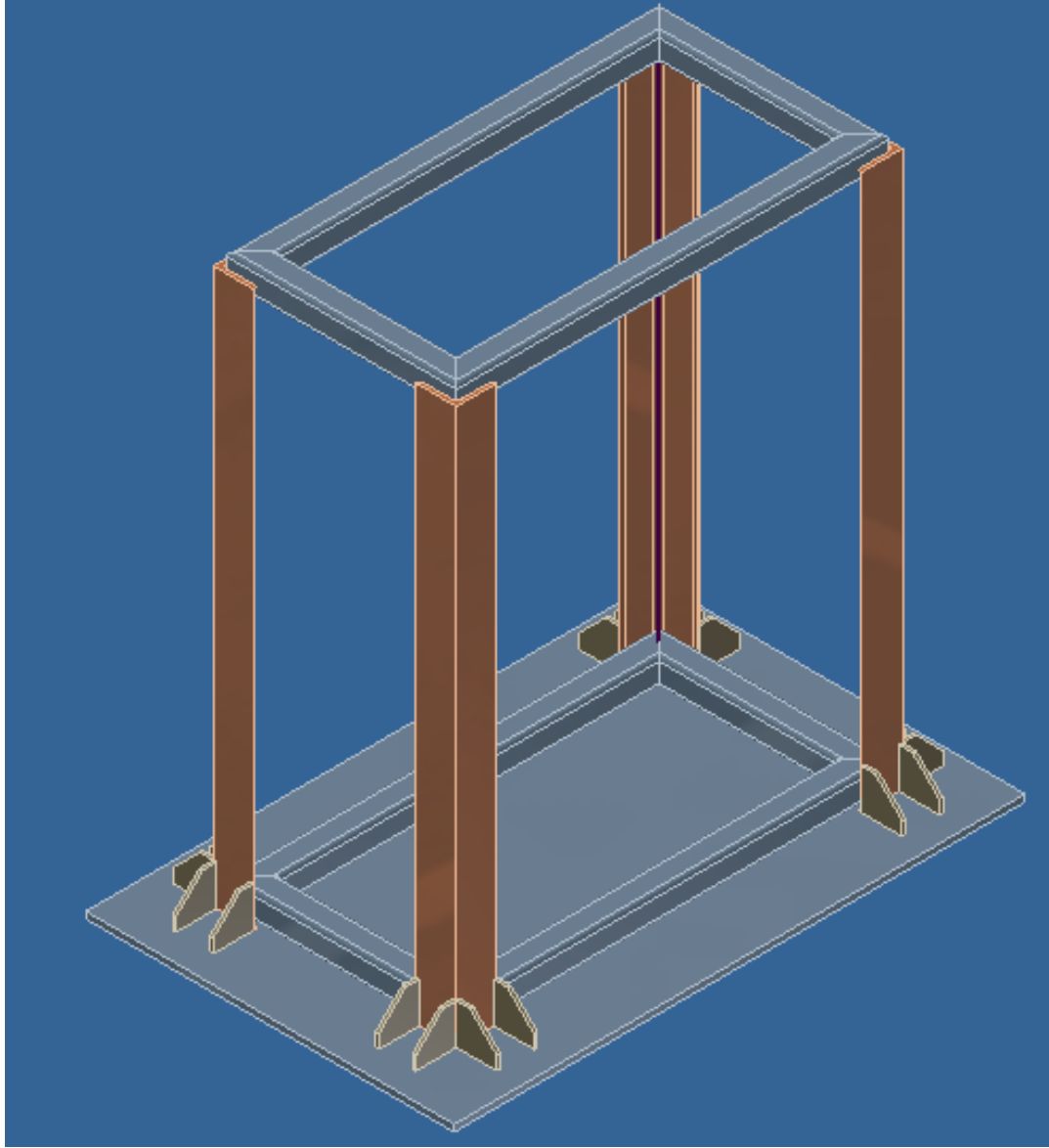


Fig. 3.16 Marco para absorber deflexiones.

Fuente: Inventor, los autores

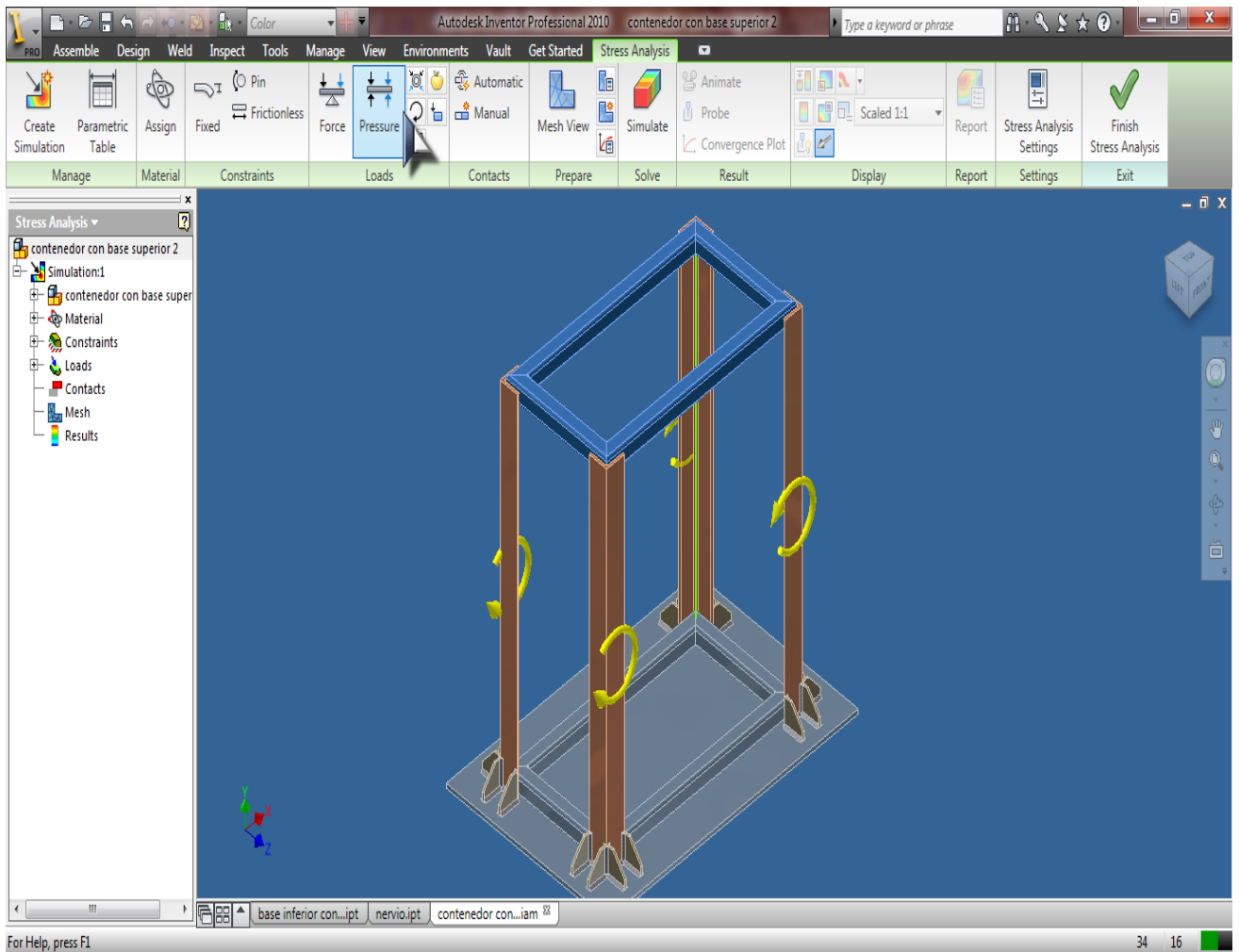


Fig. 3.17 Simulación del funcionamiento marco para absorber deflexiones.

Fuente: Inventor, los autores

3.5.1.3 Simulación en inventor, véase figura 3.18 y tabla 3.13

☐ Operating conditions

☐ Moment:1

Load Type	Moment
Magnitude	4611000,000 N mm

☐ Selected Face(s)

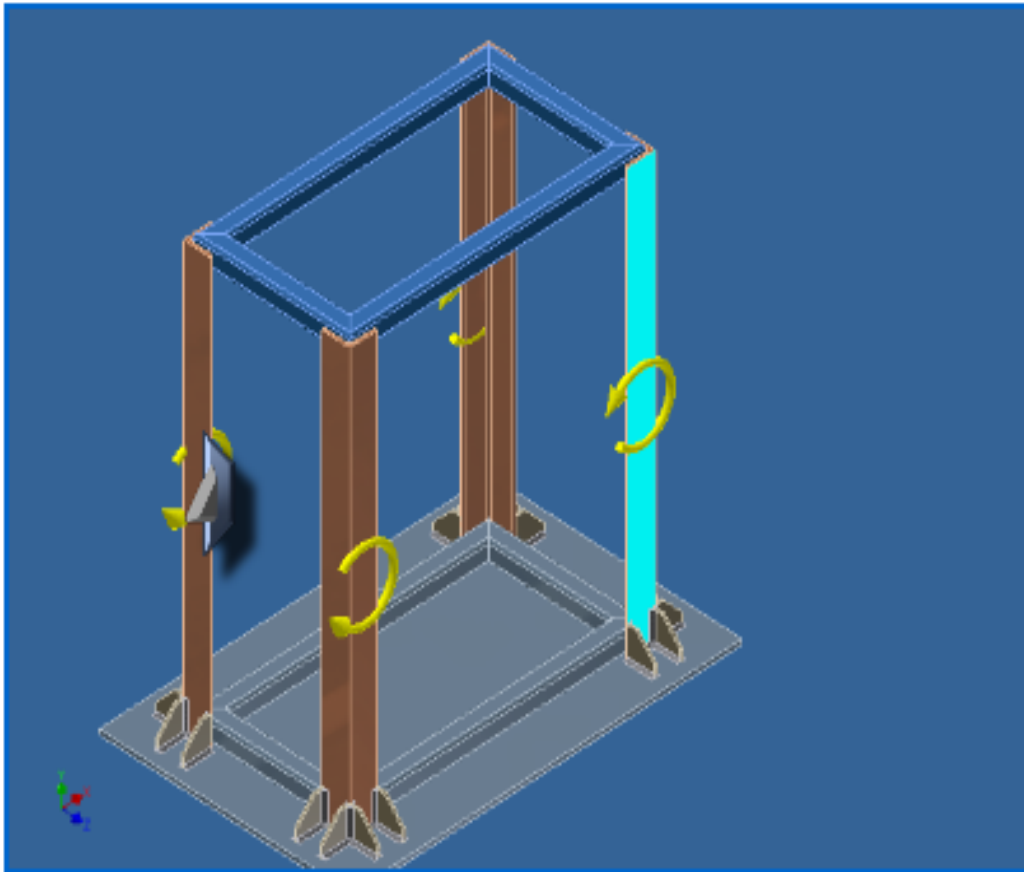


Fig. 3.18 Simulación de Inventor.

Fuente: Inventor, los autores

☐ **Reaction Force and Moment on Constraints**

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	68,1926 N	57,9716 N	13,2318 N m	2,61901 N m
		-23,7878 N		-6,32094 N m
		-26,9008 N		11,3255 N m

Tabla 3.13 Fuerza de Reacción y Momentos.

Fuente: Inventor, los autores.

3.5.1.3.1 Resultados, véase tabla 3.14

☐ Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Volume	8669250 mm ³	
Mass	68,4263 kg	
Von Mises Stress	0,000132824 MPa	1281,74 MPa
1st Principal Stress	-129,379 MPa	1729,01 MPa
3rd Principal Stress	-1106,73 MPa	363,584 MPa
Displacement	0 mm	34,4381 mm
Safety Factor	0,161499 ul	15 ul
Stress XX	-466,681 MPa	1203,74 MPa
Stress XY	-149,532 MPa	615,995 MPa
Stress XZ	-231,099 MPa	141,896 MPa
Stress YY	-1103,61 MPa	931,57 MPa
Stress YZ	-427,187 MPa	406,434 MPa
Stress ZZ	-430,545 MPa	708,661 MPa
X Displacement	-7,02235 mm	29,4839 mm
Y Displacement	-1,87715 mm	1,3801 mm
Z Displacement	-17,7052 mm	0,749308 mm
Equivalent Strain	0,000000000653944 ul	0,00579819 ul
1st Principal Strain	-0,000000199539 ul	0,00692576 ul
3rd Principal Strain	-0,00494614 ul	0,00000110749 ul
Strain XX	-0,00183597 ul	0,00371066 ul
Strain XY	-0,000925672 ul	0,0038133 ul
Strain XZ	-0,00143061 ul	0,000878407 ul
Strain YY	-0,00492804 ul	0,00392221 ul
Strain YZ	-0,00264449 ul	0,00251602 ul
Strain ZZ	-0,0014989 ul	0,00217716 ul
Contact Pressure	0 MPa	1131,24 MPa
Contact Pressure X	-850,845 MPa	899,967 MPa
Contact Pressure Y	-688,291 MPa	536,349 MPa

Tabla 3. 14 Tabla de Resultados.

Fuente: Inventor, los autores.

3.5.1.3.2 Factor de seguridad, véase figura 3.19

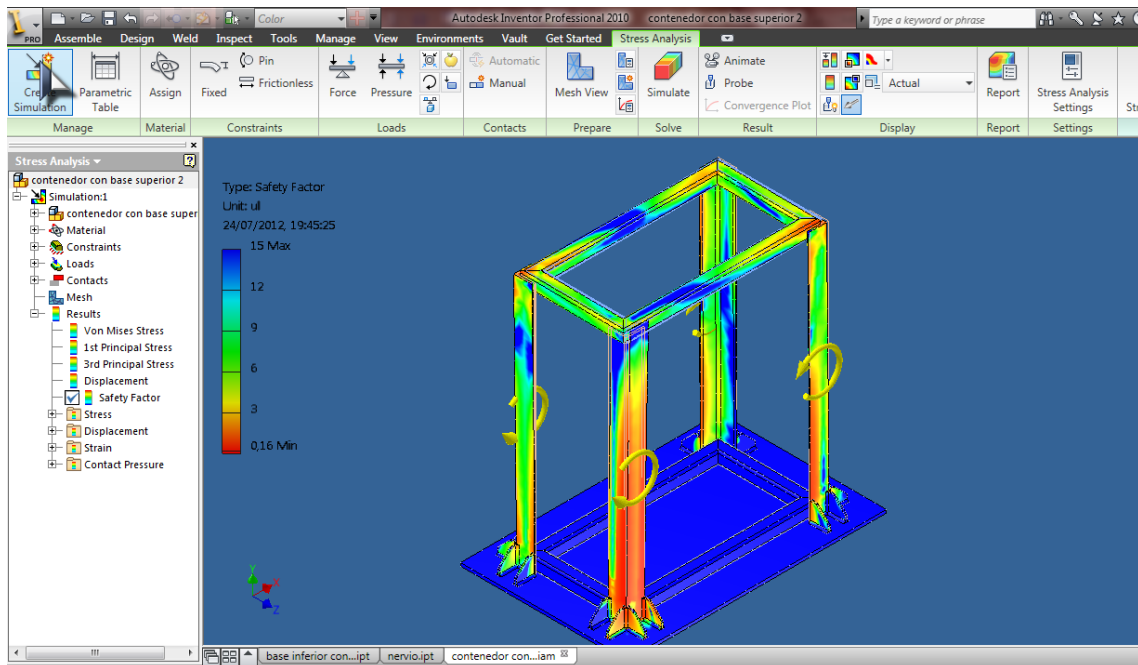


Fig. 3.19 Zona de seguridad.

Fuente: Inventor, los autores.

Analizando este cuadro, observamos, que uno de los miembros verticales no es seguro, pero esto se da por que el ángulo y la base superior no existe unión por la forma de perfil.

3.5.1.3.3 Desplazamientos ver fig. 3.20

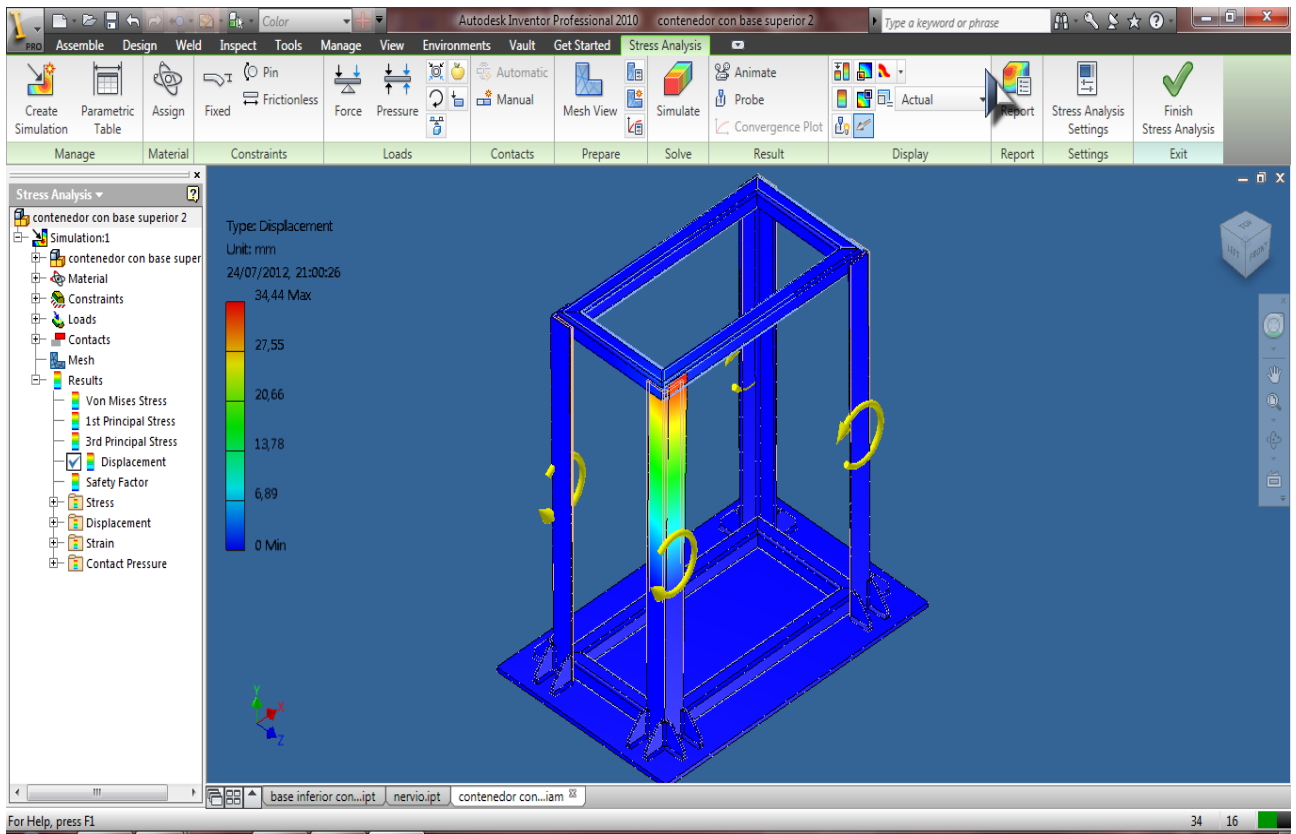


Fig. 3.20 Zona de desplazamientos.

Fuente: Inventor, los autores.

En este cuadro se puede notar que existe el máximo desplazamiento, que es de 34.4 mm, que es un valor muy significativo para tomar en cuenta, pero esto es porque no existe unión entre el marco superior y el perfil; ya que el ángulo tiene en su interior una curvatura que impide el contacto entre perfiles, véase fig. 3.21.

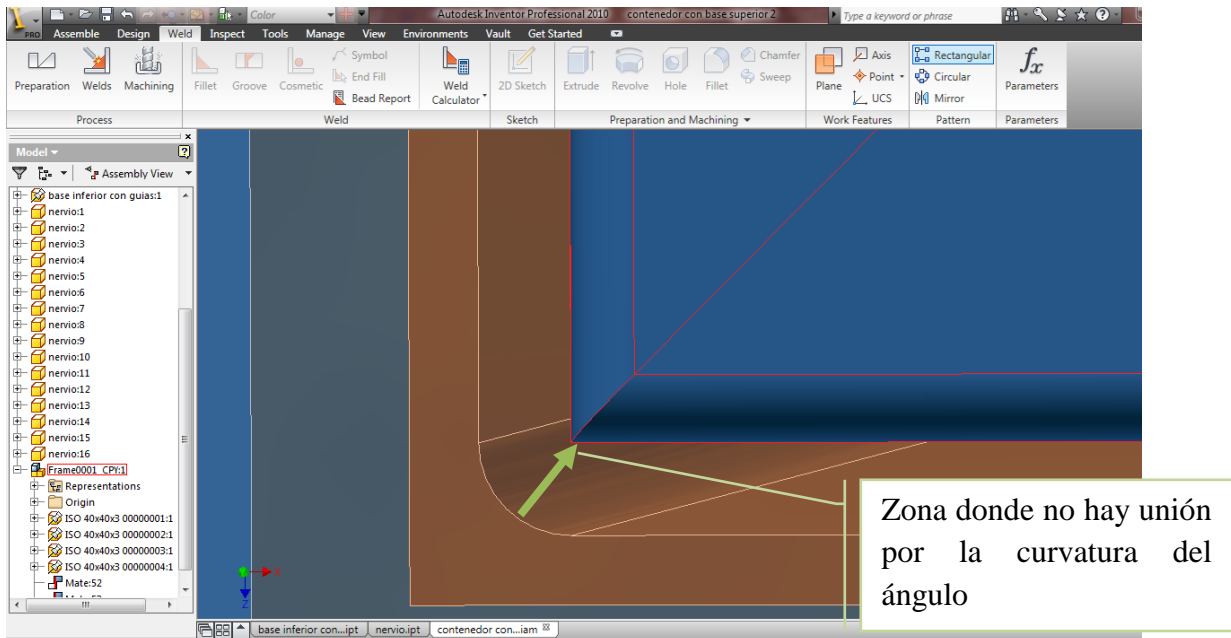


Fig. 3.21 Zona de curvatura del perfil.

Fuente: Inventor, los autores

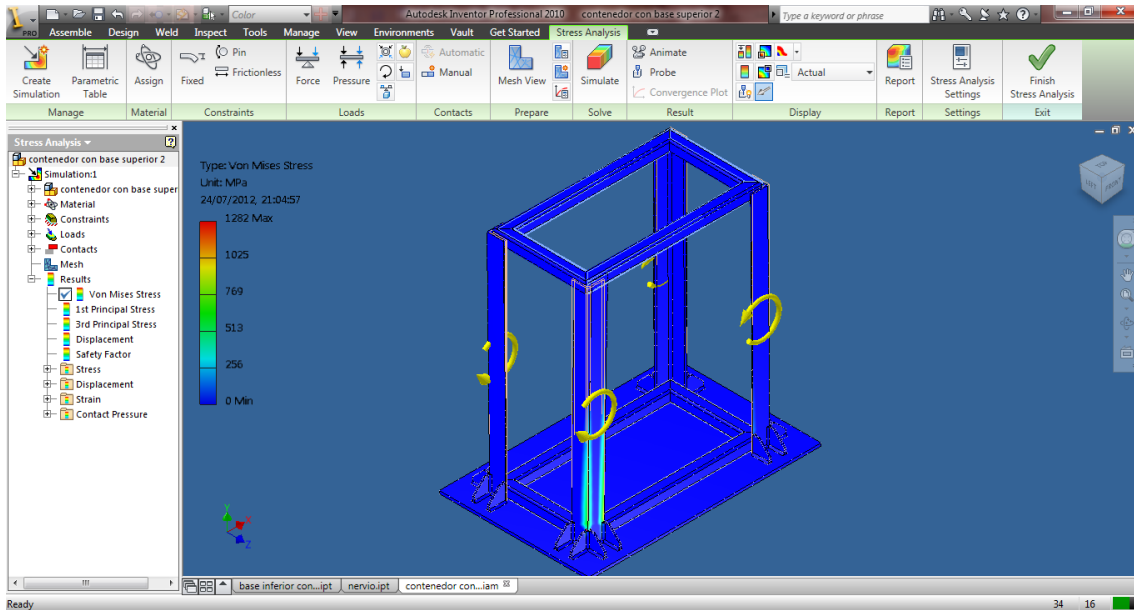


Fig. 3.22 Zona de diseño optimo.

Fuente: Inventor, los autores

Verificando los esfuerzos según el criterio de Von Mises, estos marcan toda la estructura en color azul, que significa diseño óptimo, véase figura 3.22

Podemos concluir que el diseño es óptimo

3.6 Cálculo de la soldadura con Inventor

Ingresando los datos de momento máximo, el factor de seguridad 2.5 el software nos muestra las siguientes graficas de momentos y cortes donde se puede analizar lo siguiente véase fig. 3.23.

Con un factor de seguridad de 2.5 los perfiles fallarán por aumento de temperatura.

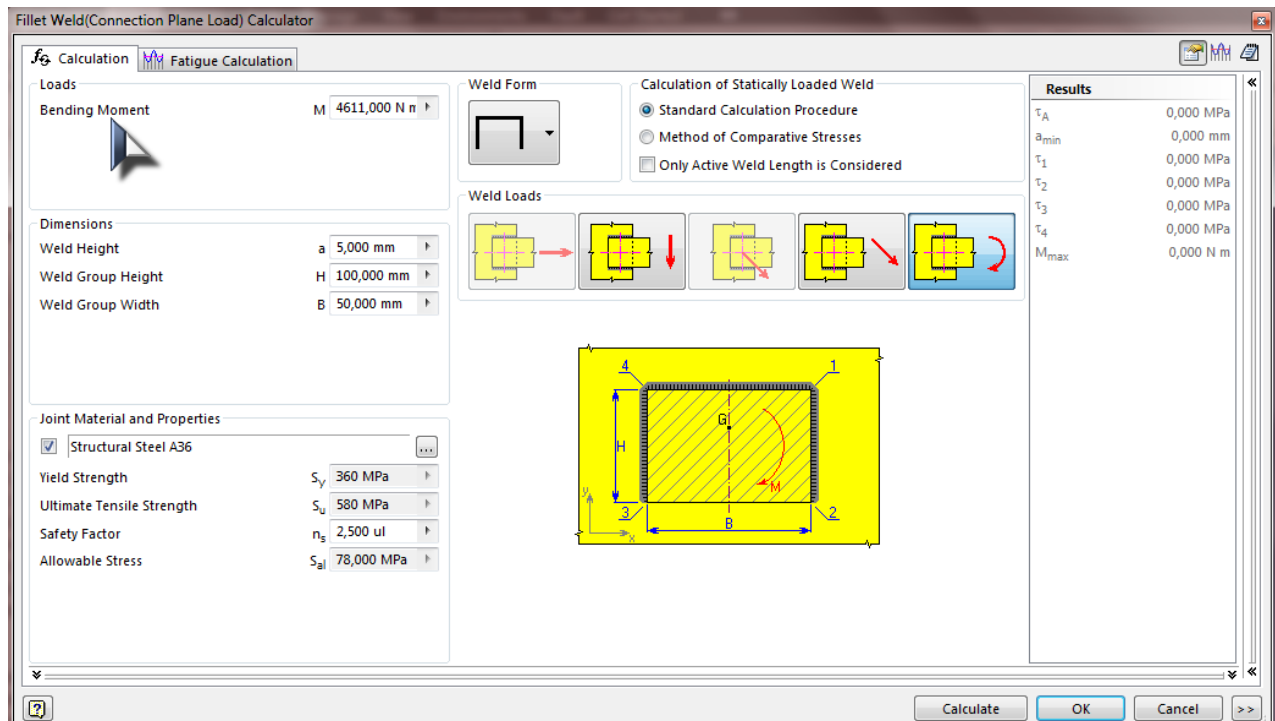


Fig. 3.23 Cálculo de soldadura mediante Inventor, $n_s=2.5$.

Fuente: Inventor, los autores

Ahora se toma un factor de seguridad de 2 donde nos muestra los siguientes resultados, véase Fig. 3.24.

Resultados:

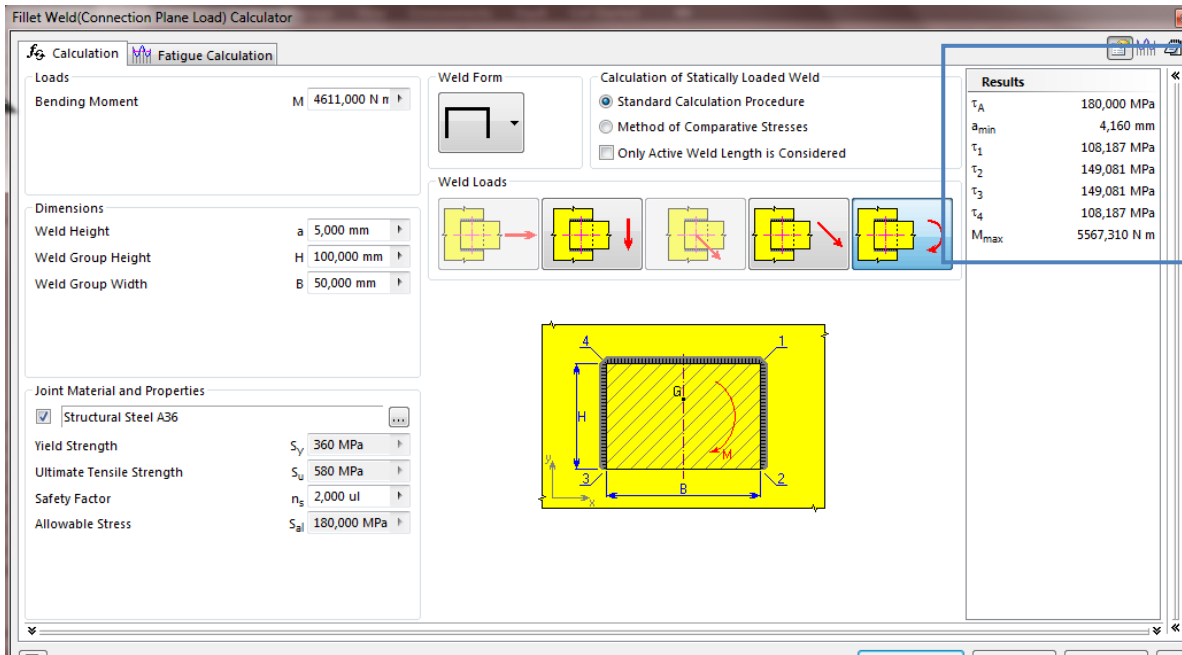


Fig. 3.24 Cálculo de soldadura con ns=2

Fuente: Inventor, los autores

Donde se puede analizar que es un factor de seguridad que nos garantiza que el diseño será el indicado véase tabla 3.15-3.16 resultados finales.

▣ Static Calculation

▣ Loads

Bending Moment	M	4611,000 N m
----------------	---	--------------

▣ Dimensions

Weld Height	a	5,000 mm
Weld Group Height	H	100,000 mm
Weld Group Width	B	50,000 mm

▣ Joint Material and Properties

Structural Steel A36		
Yield Strength	S_y	360 MPa
Ultimate Tensile Strength	S_u	580 MPa
Safety Factor	n_s	2,000 ul
Allowable Stress	S_{al}	180,000 MPa

Tabla 3.15 Cálculo estático.

▣ Results

Allowable Stress	T_A	180,000 MPa
Minimum Weld Height	a_{min}	4,160 mm
Shear Stress in the Specified Point	T_1	108,187 MPa
Shear Stress in the Specified Point	T_2	149,081 MPa
Shear Stress in the Specified Point	T_3	149,081 MPa
Shear Stress in the Specified Point	T_4	108,187 MPa
Maximum Bending Moment	M_{max}	5567,310 N m
Check Calculation		Positive

▣ Summary of Messages

3:29:38 Calculation: Calculation indicates design compliance!

Tabla 3.16 Resultados.

Fuente: Inventor, los autores.

CONCLUSIONES

- Al término Del estudio se concluyo que si es factible construir la máquina compactadora de heno de una manera óptima y segura, considerando que las fuerzas que actúan no sobrepasan los esfuerzos máximos de resistencia de cada uno de los materiales.
- Por medio del software de ingeniería se llevo a comprobar que presenta un margen de error promedio entre los resultados de los cálculos teóricos y los simulados que oscila entre el 20-30%. Los resultados obtenidos en los cálculos teóricos son menores a los simulados debido a las condiciones físicas que adoptamos en la simulación de cada elemento, esto es, en la parte teórica consideramos como un elemento rígido (ideal) mientras que en el software considera todas las características físicas y geométricas del elemento.
- Considerando un rango de tiempo que oscila entre 5 a 10 minutos por cada compactación que debe realizar la máquina , se determina que el ciclo por cada fardo de heno empacado dura 30 segundos llegando así a cumplir una producción de 120 fardos de heno empacadas por cada hora de trabajo.
- Debido al avance tecnológico de los sistemas CAD e INVENTOR en ingeniería, podemos simular y visualizar los movimientos en cada etapa del proceso de nuestro proyecto permitiéndonos anticipar a la posible causa de averías que puede producirse.
- Mediante el uso de catálogos de fabricantes se logro seleccionar de una manera ágil y precisa los diversos elementos normalizados empleados en nuestro mecanismo, llegando así a una optimización del tiempo y recurso en la selección del mismo.

RECOMENDACIONES

- Para llegar a ser competitivo día a día, debemos actualizar nuestro conocimiento en el uso de software de ingeniería llegando a comparar los resultados de cálculos teóricos y tendencias de errores que puede darse.
- No exceder las especificaciones que nos da el fabricante al usar los elementos normalizados, pues podemos ocasionar daños de dichos elementos por la mala manipulación.
- Verificar por varios métodos los diferentes resultados obtenidos e interpretar las causa de la variación de los resultados.
- Seleccionar un factor de seguridad adecuado el cual contenga las cargas que no consideramos al diseñar cada elemento, con esto estamos salvaguardando la vida de nuestra maquina al sobrecargarla o someterla a otros aspectos que no tomamos en cuenta.
- Saber que material es el más adecuado para cada tipo de trabajo, en este aspecto es primordial pedir asesoramiento a personas con experiencia.

BIBLIOGRAFIA

- BOUCHER, Francois. Tecnología Alimentaria y Agroindustrial Rural. Primera Edición. Cali: Celater, 1991.
- GROOVER Mikell; Fundamentos de la manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas, Prentice Hall Hispanoamericana S.A, Primera Edición, México, 1996.
- BERK, Zeki; Food Process Engineering and Technology, Elsevier Inc., First Edition, USA 2009.
- C. MERCIER, P. LINKO, J. HARPER, Extrusion Cooking; American Association of Cereal Chemists, EEUU, 1989
- GUY, Robin. Extrusión de alimentos, Tecnología y aplicaciones. Zaragoza, España: Acribia, S.A., 2001.
- BALCÁZAR, Maritza; Diseño de una compactadora de concreto. Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Mecánico; EPN, Ecuador, 2009
- TIMOSHENKO, Stephen, “Mecánica de Materiales”, Segunda edición, Grupo Editorial Iberoamérica, México D.F Año 1986.
- SHIGLEY, Joseph; MISCHKE, Charles, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, Sexta edición, McGRAW-HILL/Interamericana editores, México, Año 2002.

- HAMROCK, Bernard; JACOBSON, Bo; SCHMID, Steven, “Elementos de Máquinas”, Primera edición, McGRAW-HILL/Interamericana editores, México, Año 2000.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- <http://www.unapiquitos.edu.pe/links/facultades/alimentarias/v21/6.pdf>.
- <http://www.iiap.org.pe/promamazonia/sbiocomercio/Upload%5CLineas%5C Documentos/510.pdf>.
- <http://www.siforestal.org.pe/descargas/PlanManejoaguajePronaturaleza.pdf>
- http://www.google.com/search?source=ig&hl=es&rlz=1R2TSNA_enEC408&q
- <http://libros-en-pdf.com/libros/-de-pernos.html>
- http://www.xaloy.com/pdf/screws_groovefeed_Sp.pdf
- <http://libros-en-pdf.com/descargar/ensilaje/heno-8.html>
- <http://libros-en-pdf.com/libros/diseño-de -materiales/a36.html>
- <http://www.diextco.com/formtornillo.htm>
- <http://www.spirex.com/media/doc/An%20Empirical%20Study%20Single%20Stage>.

ANEXO 1

PLANOS.

ANEXO 2

TABLAS.

Tabla A.1

Cálculo del cilindro de doble efecto.



Tabla A.2

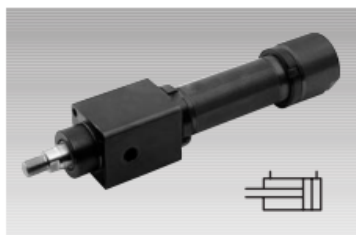
Selección del cilindro de doble efecto.



Edición 12-06 S

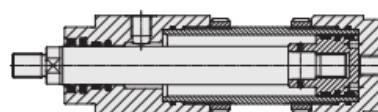
B 1.2811

Cilindros hidráulicos
sin amortiguación final, ejecución corta,
presión máx. de servicio 200 bar



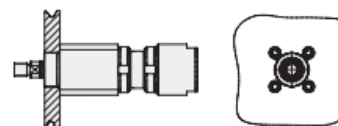
Ventajas

- Longitud mínima
- Velocidad máx. de desplazamiento del pistón 0,5 m/s
- Juntas tipo Glydring, de desgaste y rozamiento reducidos
- Duración elevada por la utilización de anillos de guía al pistón y al vástago del pistón
- Estanqueidad casi perfecta gracias a la doble junta del vástago del pistón
- Vástago del pistón templado por inducción y cromado duro
- Rascador de suciedad efectivo
- Particularmente apropiado para la construcción de utillajes y de moldes debido a la posibilidad de fijación directa por la cabeza del cilindro (diámetro reducido) y la precisión del centraje
- Conexión por brida según DIN ISO 6020



Posibilidades de fijación

● **Ejecución básica**



Ø pistón D	[mm]	25	32	40	50	63	80	
Ø vástago d	[mm]	16	20	25	32	40	50	
Fuerza nominal	Compresión Tracción	[kN]	9,8	16	25	39,2	62,3	100,5
a 200 bar			5,7	9,8	15,3	23,1	37,2	61,2
Superficie pistón	[cm ²]	4,9	8,04	12,56	19,63	31,17	50,26	
Superficie anular	[cm ²]	2,89	4,9	7,65	11,59	18,6	30,6	
L = Carrera +	[mm]	88	100	119	130	150	180	
Ø a f7	[mm]	32	40	50	60	70	85	
Ø b	[mm]	48	55	65	80	95	115	
Ø c	[mm]	35	42	50	60	75	95	
e	G 1/4	G 1/4	G 1/4	G 1/2	G 1/2	G 1/2	G 1/2	
f	[mm]	20	22	30	34	40	43	
g	[mm]	M 12 x 1,25	M 14 x 1,5	M 16 x 1,5	M 20 x 1,5	M 27 x 2	M 33 x 2	
h	[mm]	16	18	22	28	36	45	
i	[mm]	15	20	20	24	29	37	
k	[mm]	28	32	32	38	45	54	
m	[mm]	48	55	65	80	95	115	
Ø n	[mm]	45	58	68	82	95	115	
Ø o	[mm]	61	73	86	104	119	144	
p x profundidad rosca	[mm]	M 6 x 12	M 8 x 15	M 8 x 15	M 10 x 20	M 12 x 20	M 16 x 28	
Ø r	[mm]	90	110	125	150	170	200	
s	[mm]	12	16	16	20	25	32	
Ø u	[mm]	75	92	106	126	145	165	
Ø v	[mm]	7	9	9	11	14	18	
w máx.	[mm]	9	11	15	18	21	24	
Ø x mín.	[mm]	62	74	87	105	120	145	
y	[mm]	55	61	75	81	93	103	
z	[mm]	39	44	46	49	54	60	
SW	[mm]	13	17	22	27	36	46	
Referencia, cilindro		1283-0X5	1284-0X5	1285-0X5	1286-0X5	1287-0X5	1288-0X5	

Tabla A.3

Cálculo de la bomba.

ROEMHELD
HILMA STARBUCK

Home | Sitemap | Empresa | Productos | Servicios | Contacto | Zona cliente | ?

Selección productos | Artículo | Catálogo | Instrucciones servicio | CAD

Catálogo online ...

Ayuda para la elección > Generadores de presión hidráulica > Bombas de accionamiento manual

Zona del cliente: Sesión no iniciada

Búsqueda del artículo

Resultado 30 de 30 Artículo(s)


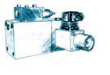

Result pages: 1 | 2

Referencia	Designación 1	Designación 2	Hoja del catálogo
0990102	Pedal	para 880X-XXX	D8800
0990103	Palanca	para 880X-XXX	D8800
3533001	Zócalo completo	320 x 220 x 40 mm	D8800
3533002	Soporte, completo	150 x 110 x 35 mm	D8800
3533003	Brida de bloqueo, completa	135 x 35 mm	D8800
8804006	Bomba de suj. hidroneumática	plást Ø14, V=300 ccm	D8800
8804016	Bomba de suj. hidroneumática	volumen aceite 300/150 cm³	D8800
8804026	Bomba de suj. hidroneumática	V = 300 ccm	D8800
8805006	Bomba de suj. hidroneumática	V= 300 ccm	D8800
8805016	Bomba de suj. hidroneumática	volumen aceite 300/150 cm³	D8800
8805026	Bomba de suj. hidroneumática	volumen aceite 300/150 cm³	D8800
8806006	Bomba de suj. hidroneumática	V= 970 ccm	D8800

http://www.roemheld.de/ES/roemheld.aspx?cmd=...

Generadores de presión hid...

Google Traductor | Get more Add-ons | Sitios sugeridos

	Bombas de sujeción hidroneumática intermitente	Bombas de accionamiento neumático para la generación de presión hidráulica para cilindros de simple y doble efecto presión máx. de servicio 500 bar caudal máx. 0,85 hasta 1,5 l/min a presión de aire de (sin contrapresión)
	Multiplicador de presión	Multiplicadores hidráulicos y oleoneumáticos Para la transmisión de presión hidráulica o neumática en el lado de entrada a una presión hidráulica más elevada en el lado de salida. Con volumen de multiplicación fijo o re-alimentación continua para cilindros de simple y doble efecto presión máx. de servicio al lado de entrada: hidráulico: 66 hasta 200 bar, neumático: hasta 6 bar presión máx. de servicio al lado de salida de 300 hasta 500 bar
	Bombas de accionamiento manual	Bombas de sujeción para útiles de montaje y accionamientos de todo tipo para cilindros de sujeción de simple efecto Bombas de sujeción con accionamiento por palanca manual o pedal y válvula limitadora de presión incorporada y regulable sin escalones volumen de aceite utilizable de 150 hasta 1.000 cm³ caudal por embolada de 2 hasta 12 cm³ bombas de husillo para útiles de sujeción pequeños volumen desplazado 21 cm³

Copyright © Römheld GmbH Friedrichshütte, 35317 Laubach, Germany, Phone +49 (0) 6405/89-0

www.roemheld.de

Pie de imprenta - Condiciones de utilización - Declaración de la protección de datos

0,9 sec.

http://www.roemheld.de/ES/roemheld.aspx?cmd=IMAGES&csid=2775

Tabla A.4

Selección de bomba.



Tabla A.5

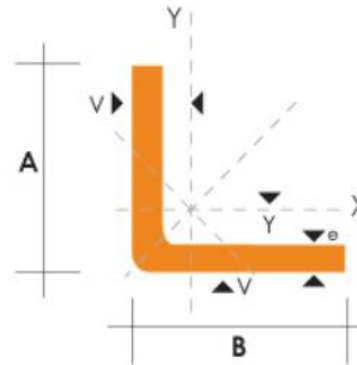
Catálogo DIPAC Espesor de la plancha.

Tabla A.6

Catálogo de DIPAC perfiles estructurales.

PERFILES ESTRUCTURALES
ANGULOS "L" DOBLADO
Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623:2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6,0m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1,5mm hasta 12,0mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS		SECCION	EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U	EJE V-V
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	i	X=Y	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm	cm
100	100	5	45.18	7.53	9.59	95.50	13.10	3.16	2.73	4.01	1.95
100	100	6	54.72	9.12	11.40	112.50	15.58	3.14	2.78	4.00	1.92
100	100	8	71.76	11.96	14.95	144.63	20.29	3.11	2.87	3.97	1.89
100	100	10	88.14	14.69	18.36	173.85	24.73	3.08	2.97	3.94	1.83
100	100	12	105.12	17.52	21.63	201.12	28.98	3.05	3.06	3.92	1.82
100	100	14	120.42	20.07	24.78	225.60	32.98	3.02	3.16	3.89	1.75
125	125	5	56.94	9.49	12.10	190.00	20.80	3.96	3.35	5.03	2.46
125	125	6	69.12	11.52	14.40	224.55	24.67	3.95	3.40	5.02	2.44
125	125	8	90.96	15.16	18.95	290.90	32.29	3.92	3.49	4.99	2.47
125	125	10	112.14	18.69	23.36	353.10	39.63	3.89	3.59	4.96	2.35
125	125	12	134.28	22.38	27.63	411.29	46.63	3.86	3.68	4.94	2.32
125	125	14	154.44	25.74	31.78	465.43	53.38	3.83	3.78	4.91	2.27
150	150	6	83.52	13.92	17.40	393.59	35.88	4.75	4.03	6.04	2.94
150	150	8	110.16	18.36	22.95	512.45	47.10	4.72	4.12	6.01	2.92
150	150	10	136.14	22.69	28.36	625.31	57.95	4.69	4.21	5.98	2.87
150	150	12	163.14	27.24	33.60	732.00	68.50	4.67	4.31	5.96	2.84
150	150	14	183.60	30.60	37.78	833.33	78.62	4.64	4.40	5.93	2.79
175	175	6	99.18	16.53	20.41	631.44	49.14	5.56	4.65	7.06	3.45
175	175	8	131.22	21.87	26.90	825.00	64.70	5.53	4.74	7.03	3.43
175	175	10	160.20	26.70	33.40	1010.00	79.80	5.50	4.84	7.01	3.39

Tabla a.7

Selección de perfiles estructurales.

150	150	12	163.14	27.24	33.60	732.00	68.50	4.67	4.31	5.96	2.84
150	150	14	183.60	30.60	37.78	833.33	78.62	4.64	4.40	5.93	2.79
175	175	6	99.18	16.53	20.41	631.44	49.14	5.56	4.65	7.06	3.45
175	175	8	131.22	21.87	26.90	825.00	64.70	5.53	4.74	7.03	3.43
175	175	10	160.20	26.70	33.40	1010.00	79.80	5.50	4.84	7.01	3.39
175	175	12	192.54	32.09	39.60	1190.00	94.50	5.47	4.93	6.98	3.35
175	175	14	222.24	37.04	45.80	1360.00	109.00	5.44	5.03	6.95	3.35
200	200	6	112.32	18.72	23.40	949.53	64.50	6.37	5.28	8.08	3.95
200	200	8	148.56	24.76	30.95	1243.96	85.02	6.34	5.37	8.05	3.32
200	200	10	184.14	30.69	38.36	1527.52	105.05	6.31	5.46	8.02	3.39
200	200	12	221.14	36.94	45.60	1800.00	125.00	6.28	5.55	8.00	3.36
200	200	14	156.26	42.71	52.80	2060.00	144.00	6.25	5.65	7.97	3.42
250	250	6	141.12	23.52	29.40	1874.06	101.46	7.98	6.53	10.12	4.97
250	250	8	186.96	31.16	38.95	2464.09	134.06	7.95	6.62	10.09	4.34

Tabla A.8

Selección de perfiles estructurales.

50	50	4	17.64	2.94	3.74	9.04	2.53	1.56	1.43	1.98	0.94
50	50	5	21.60	3.60	4.59	10.88	3.09	1.54	1.48	1.97	0.93
50	50	6	25.92	4.32	5.40	12.57	3.62	1.53	1.53	1.96	0.90
60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.86	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.68	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.05
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.02	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.45

Tabla A.9

Geometría de diversas figuras para elección de soldadura.

