

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**DIANA CAROLINA HIDALGO AYALA  
dianycaro0301@hotmail.com**

**VINICIO JAVIER VILLARRUEL ERAZO  
viniijavi13@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING., MDI. CARLOS O. BALDEÓN V.  
carlosbaldeon@hotmail.com**

**QUITO, MARZO 2011**

## DECLARACIÓN

Nosotros, HIDALGO AYALA DIANA CAROLINA y VILLARRUEL ERAZO VINICIO JAVIER, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí realizado es de nuestra autoría; y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de intelectualidad correspondiente a este trabajo a la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normativa institucional vigente.

---

**HIDALGO AYALA DIANA C.**

---

**VILLARRUEL ERAZO VINICIO J.**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por: la Srta. HIDALGO AYALA DIANA CAROLINA y el Sr. VILLARRUEL ERAZO VINICIO JAVIER, bajo nuestra supervisión.

---

**ING. CARLOS O. BALDEÓN V.**  
**DIRECTOR**

---

**ING. JAIME R. VARGAS T.**  
**COLABORADOR**

---

**ING. JORGE H. ESCOBAR L.**  
**COLABORADOR**

## AGRADECIMIENTOS

La presente tesis si bien ha requerido nuestro esfuerzo y mucha dedicación; se la ha ejecutado gracias al aporte y participación de personas invaluable, por las que es un verdadero placer utilizar este espacio para ser justos y consecuentes, expresándoles nuestros agradecimientos.

Quedamos eternamente agradecidos con nuestro señor director el Ing. Carlos Oswaldo Baldeón Valencia por aceptarnos para la realización de esta tesis bajo su dirección. Además de su apoyo, confianza, comprensión, paciencia y disposición en la ejecución de este trabajo; orientando y guiando nuestras ideas y sobre todo por brindarnos su amistad que nos permitió vivir una experiencia tan importante en nuestras vidas.

Queremos expresarles también nuestros más sinceros agradecimientos a los ingenieros Jaime Vargas y Jorge Escobar por su colaboración y participación activa en el desarrollo de esta tesis. Muchas gracias por contribuir con nuestra formación personal.

A todos nuestros amigos quienes nos permitieron entrar en sus vidas en estos años compartiendo momentos inolvidables dentro y fuera del salón de clases, además de momentos difíciles en los cuales nos dieron su apoyo para poder superar cualquier adversidad.

Finalmente el agradecimiento a nuestra Institución; y a sus distinguidos maestros, que con su sabia experiencia nos ayudaron a ser profesionales, capaces de enfrentar en cualquier situación que la Patria en el ámbito profesional requiera de nuestro contingente.

Gracias.

**Vinicio y Diana**

## DEDICATORIA

Debo dar gracias a Dios por estar conmigo en cada minuto de mí caminar, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi mente.

A mis papis: Hugo y Gloria por su amor y dedicación que me han brindado, por creer, confiar y apoyarme en todas las decisiones que he tomado.

A mis hermanos Hugo y Luis Felipe por brindarme su amor y amistad; a mi tío Rvdo. Padre Eduardo Ayala quien con sus sanas bendiciones ha sabido encaminarme observando los valores del ser humano; a mi tía Margarita Ayala que con su cariño supo darme las respuestas oportunas en cualquier inquietud.

Al Amor de mi vida y mi mejor amigo Vinicio Villarruel quien comparte mis alegrías, tristezas y con su cariño me ha enseñado a conocer un mundo lleno de oportunidades y felicidad. A mis amigos y en especial a Gabriela Villarruel, quienes me han brindado su apoyo, siempre permanecen en mi corazón.

**Diana Hidalgo**

Dedico esta tesis y mi carrera universitaria a Dios quien está en todo momento dándome las fuerzas necesarias para poder seguir luchando día tras día.

A mis padres Fabián y Herminia, con su gran ejemplo y sabios consejos impartidos me impulsaron a superar todas las dificultades.

A mis hermanos David y Edwin por el apoyo desinteresado a lo largo de mi vida; a Diana Hidalgo quien a más de ser mi mejor amiga es mi gran amor, con quien he vivido momentos maravillosos.

A mis grandes amigos y compañeros universitarios quienes me dieron su confianza compartiendo tiempos inolvidables, pero sobre todo hemos adquirido una amistad que perdurará por el resto de nuestras vidas.

**Vinicio Villarruel**

## RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación, “DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS.”, desarrollado en cinco capítulos, los cuales se los puede resumir de la siguiente manera:

El Capítulo 1, muestra una Introducción y Generalidades, dando a conocer las definiciones preliminares, que ayudan al mejor entendimiento, así como también a deducir los parámetros de diseño los cuales marcan las pautas para una mejor elección en las alternativas.

El Capítulo 2, realiza el planteamiento de las alternativas, para posteriormente escoger la mejor selección y el razonamiento de la alternativa más óptima.

El Capítulo 3, engloba la metodología y las diferentes oportunidades seleccionadas en el diseño de cada uno de los elementos que forman parte del elevador, además del esquema del circuito hidráulico.

El Capítulo 4, visualiza los procesos de fabricación y montaje del elevador, desarrolladas en detalle en los planos de taller correspondientes a cada uno de los elementos que conforman el elevador.

El Capítulo 5, realiza el análisis de costos, ejecutando un estudio Económico-Presupuestario; con los que se efectúa la evaluación financiera y las Fuentes de Financiamiento para el desarrollo del mismo.

## PRESENTACIÓN

El presente proyecto se enfoca en aplicar los conocimientos adquiridos en distintas áreas de la ingeniería, introduciéndolos a la industria para el mejoramiento y optimización de los recursos existentes, así lograr una buena afinidad entre costo y beneficio. Tomando siempre en consideración que la empresa actual debe contar con un buen ambiente de trabajo sin afectar a las generaciones futuras.

Debido a la continua actualización y desarrollo de los procesos tecnológicos en el campo automotriz, en los cuales la Ingeniería Mecánica tiene gran influencia, se ha visto la necesidad de optimizar el proceso de mantenimiento para la obtención de recursos.

Actualmente en los talleres de mantenimiento automotriz del País, una de las herramientas fundamentales para prestar el servicio y que se encuentre acorde con la creciente demanda de estos, es el elevador de vehículos ya que esto da mayor competitividad en el mercado.

Se diseña un ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS, el mismo debe ser funcional, seguro y eficiente para el buen desenvolvimiento de las actividades. Se obtiene una buena manipulación y fácil acceso, ahorrando gran cantidad de tiempo.

Además uno de los más grandes problemas que en la actualidad presentan los talleres de mantenimiento automotriz es el impacto ambiental que estos producen, por el mal uso de los recursos y la mala capacitación en el tratamiento de los desechos, por esto se debe tomar en consideración todas las normas ambientales, para que en el momento de utilizar el mecanismo de elevación no produzcan ningún tipo de contaminación.

Sin embargo es importante que el Ingeniero Mecánico tome interés en diseñar las herramientas necesarias para facilitar el trabajo en los talleres, mejorando además todos los procesos, basándose en la seguridad y ergonomía de este.

Si se logra una buena implementación se consigue un buen desarrollo en este sector, haciendolo más competitivo, dando como resultado la evolución de los talleres y al mismo tiempo el desarrollo del Ecuador que es un país que necesita avances tecnológicos.

La implementación de elevadores en los talleres de mantenimiento automotriz hace que obtenga mayor grado de seguridad en las operaciones, así como también mayor rentabilidad; que reducen los costos, produciendo con esto una mayor confiabilidad en los servicios a prestarse.



## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
MARCO TEÓRICO .....	1
1. GENERALIDADES:.....	1
1.1. DEFINICIONES PRELIMINARES:.....	1
1.1.1. Elevador de autos: .....	1
1.1.2. Elevador de doble tijeras para autos: .....	1
1.1.3. Actuador hidráulico:.....	1
1.1.4. Cilindro hidráulico:.....	2
1.1.4.1.Cilindro de simple efecto: .....	2
1.1.4.2.Cilindro de doble efecto:.....	2
1.1.5. Tuerca de fijación y chapa de seguridad .....	3
1.1.6. Chumaceras y sus accesorios.....	3
1.1.6.1.Chumaceras unidad de bloque.....	4
1.1.6.2.Chumaceras bipartidas.....	4
1.2. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO:.....	5
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA: .....	6
1.3.1. Entorno.....	6
1.3.2. Restricciones.....	7
1.3.3. Facilidades .....	7
1.4. CASA DE LA CALIDAD: .....	8
1.4.1. Voz del usuario:.....	8
1.4.2. Análisis de competitividad: .....	8
1.4.3. Voz del ingeniero:.....	9
1.4.4. Correlaciones: .....	10
1.4.5. Comparación técnica.....	10
1.4.6. Compromisos técnicos .....	10
1.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:.....	11
1.6. ANÁLISIS FUNCIONAL: .....	12
1.6.1. Modos de operaciones principales: .....	12
1.6.2. Modos de operaciones accidentales: .....	13
1.7. DEFINICIÓN DE MÓDULOS: .....	13
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>16</b>

2. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	16
2.1. <i>PRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS:</i> .....	16
2.1.1. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE ELEVACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA HIDRÁULICO: .....	17
2.1.1.1. Funcionamiento y características: .....	17
2.1.1.2. Ventajas.....	17
2.1.1.3. Desventajas .....	18
2.1.2. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE ELEVACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA NEUMÁTICO: .....	18
2.1.2.1. Funcionamiento y características: .....	18
2.1.2.2. Ventajas.....	19
2.1.2.3. Desventajas .....	19
2.1.3. SISTEMA ESTRUCTURAL DE DOBLE TIJERAS: .....	20
2.1.3.1. Funcionamiento y características: .....	20
2.1.3.2. Ventajas.....	20
2.1.3.3. Desventajas .....	21
2.1.4. SISTEMA ESTRUCTURAL EN FORMA DE PARALELEPÍPEDO: ..	21
2.1.4.1. Funcionamiento y características: .....	21
2.1.4.2. Ventajas.....	22
2.1.4.3. Desventajas .....	22
2.1.5. SISTEMA DE SEGURIDAD CON SISTEMA HIDRÁULICO: .....	22
2.1.5.1. Funcionamiento y características: .....	22
2.1.5.2. Ventajas.....	23
2.1.5.3. Desventajas .....	23
2.1.6. SISTEMA DE SEGURIDAD MANUAL CON TRABAS:.....	23
2.1.6.1. Funcionamiento y características: .....	23
2.1.6.2. Ventajas.....	24
2.1.6.3. Desventajas .....	24
2.2. <i>EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES POR EL MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS.</i> .....	24
2.2.1. SISTEMA DE POTENCIA DEL ELEVADOR:.....	25
2.2.1.1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad .....	25
2.2.1.2. Evaluación del peso específico del criterio de seguridad .....	26

2.2.1.3.	Evaluación del peso específico del criterio de versatilidad .....	26
2.2.1.4.	Evaluación del peso específico del criterio de ergonomía .....	27
2.2.1.5.	Evaluación del peso específico del criterio de costo.....	27
2.2.2.	SISTEMA ESTRUCTURAL DEL ELEVADOR: .....	28
2.2.2.1.	Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad .....	28
2.2.2.2.	Evaluación del peso específico del criterio de seguridad .....	29
2.2.2.3.	Evaluación del peso específico del criterio de versatilidad .....	29
2.2.2.4.	Evaluación del peso específico del criterio de ergonomía .....	30
2.2.2.5.	Evaluación del peso específico del criterio de costo.....	30
2.2.1.	SISTEMA DE SEGURIDAD DEL ELEVADOR:.....	31
2.2.1.1.	Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad .....	31
2.2.1.2.	Evaluación del peso específico del criterio de seguridad .....	32
2.2.1.3.	Evaluación del peso específico del criterio de versatilidad .....	32
2.2.1.4.	Evaluación del peso específico del criterio de ergonomía .....	33
2.2.1.5.	Evaluación del peso específico del criterio de costo.....	33
2.3.	<i>PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVA ESCOGIDA</i> .....	34
2.3.1.	DEL PRIMER MÓDULO: .....	34
2.3.2.	DEL SEGUNDO MÓDULO: .....	35
2.3.3.	DEL TERCER MÓDULO: .....	35
2.4.	<i>CUANTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO</i> .....	35
2.4.1.	CAPACIDAD MÁXIMA DE ELEVACIÓN: .....	35
2.4.2.	CARRERA: .....	35
2.4.3.	DISTANCIA ENTRE EJES DEL VEHÍCULO: .....	36
2.4.4.	ANCHO MÁXIMO DEL VEHÍCULO: .....	36
2.4.5.	DISTANCIA MÍNIMA ENTRE RUEDAS:.....	36
2.2.1.	TIPO DE SERVICIO A PRESTAR: .....	36
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>37</b>
DISEÑO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....		37
3.1.	<i>METODOLOGÍA</i> .....	37
3.2.	<i>DISEÑO DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS</i> .....	37
3.2.1.	BRAZO DEL ELEVADOR: .....	38
3.2.2.	APOYOS DEL BRAZO DEL ELEVADOR .....	40
3.2.2.1.	Posiciones del elevador .....	40

3.2.2.1.1. Posición máxima de elevación .....	40
3.2.2.1.2. Separación de los brazos en al base del elevador en la posición máxima.....	40
3.2.2.2. Posición media de elevación .....	42
3.2.2.3. Posición baja de elevación .....	43
3.2.3. EVALUACIÓN DE CARGAS.....	44
3.2.3.1. Función de la rigidez en las uniones.....	44
3.2.3.2. Función de la resistencia en las uniones: .....	45
3.2.3.3. Análisis de fuerzas en la posición máxima .....	46
3.2.3.4. Análisis de fuerzas en la posición media .....	51
3.2.3.5. Análisis de fuerzas en la posición baja .....	56
3.2.4. Cálculo de la esbeltez de los brazos del elevador .....	60
3.2.5. Cálculo de la placa (atiezador superior).....	61
3.2.6. Cálculo de la placa (atiezador inferior).....	64
3.2.7. Cálculo del pasador para los nodos.....	67
3.2.8. Diseño a fatiga del pasador de las articulaciones. ....	68
3.2.9. Cálculo del bocín para articulaciones .....	69
3.2.10. Cálculo de las chumaceras para el Pasador Fijo .....	71
3.2.11. Selección de seguros de los pasadores de los nodos C, D, E y F. .....	76
3.2.12. Selección del anillo de seguridad .....	78
3.2.13. Cálculo de la placa base .....	79
3.2.14. Cálculo de los pernos de anclaje.....	84
3.3. <i>DISEÑO Y SELECCIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO</i> .....	87
3.3.1. SELECCIÓN DE LA BOMBA HIDRÁULICA .....	89
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>93</b>
PROCESOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ALTERNATIVA .....	93
4.1. <i>GENERALIDADES</i> .....	93
4.2. <i>HOJAS DE PROCESOS</i> .....	96
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>124</b>
ANÁLISIS FINANCIERO.....	124
5.1. <i>ANÁLISIS ECONÓMICO - PRESUPUESTARIO</i> .....	124
5.2. <i>EVALUACIÓN FINANCIERA</i> .....	154

5.3. FUENTES DE FINANCIAMIENTO .....	155
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>156</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>158</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>159</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>161</b>
CASA DE LA CALIDAD .....	161
<b>ANEXO II.....</b>	<b>163</b>
ESPECIFICACIONES CAMIONETA FORD F-150 XLT.....	163
<b>ANEXO III.....</b>	<b>165</b>
ESPECIFICACIONES CHEVROLET SPARK .....	165
<b>ANEXO IV .....</b>	<b>167</b>
CATÁLOGOS MATERIALES EMPLEADOS .....	167

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cilindro de simple efecto .....	2
Figura 2. Cilindro de doble efecto.....	3
Figura 3. Tuerca de Fijación y Chapa de Seguridad .....	3
Figura 4. Chumacera unidad de bloque .....	4
Figura 5. Montaje y desmontaje de chumacera bipartida .....	5
Figura 6. Función global.....	13
Figura 7. Sistema de potencia del elevador .....	14
Figura 8. Sistema estructural.....	14
Figura 9. Sistema de seguridad del elevador .....	15
Figura 10. Cilindro Hidráulico .....	17
Figura 11. Cilindro Neumático .....	18
Figura 12. Sistema Estructural de doble tijera.....	20
Figura 13. Sistema Estructural en forma de paralelepípedo .....	21
Figura 14. Sistema de seguridad hidráulico .....	23
Figura 15. Sistema de Seguridad Manual .....	23
Figura 16. Esquema del Elevador .....	38
Figura 17. Esquema del Brazo del Elevador .....	39
Figura 18. Posición Máxima de Elevación.....	40
Figura 19. Posición Media de Elevación .....	42
Figura 20. Posición Baja de Elevación .....	43
Figura 21. Ductilidad, Rigidez y Resistencia de las uniones .....	45
Figura 22. Análisis según el peso del vehículo.....	46
Figura 23. Esquema elevador posición máxima.....	47
Figura 24. Diagrama de cuerpo libre en la posición máxima.....	47
Figura 25. Esquema elevador posición media.....	51
Figura 26. Diagrama de cuerpo libre en la posición media .....	52
Figura 27. Esquema elevador posición baja.....	56
Figura 28. Diagrama de cuerpo libre en la posición baja .....	56
Figura 29. Brazo elevador .....	60
Figura 30. Longitud transversal del atiezador superior.....	62
Figura 31. Fuerzas aplicadas al atiezador superior.....	62

Figura 32. Diagrama de fuerza cortante y momento flector .....	63
Figura 33. Longitud transversal del atiezador inferior.....	64
Figura 34. Fuerzas aplicadas al atiezador inferior.....	65
Figura 35. Diagrama de fuerza cortante y momento flector .....	66
Figura 36. Pasador articulaciones elevador .....	67
Figura 37. Bocín articulaciones .....	70
Figura 38. Esquema pasador fijo.....	71
Figura 39. Diagrama de cuerpo libre pasador fijo.....	72
Figura 40. Parámetros de la chumacera .....	75
Figura 41. Parámetros de la chapa de seguridad.....	76
Figura 42. Parámetros de la tuerza y extracción de seguridad .....	77
Figura 43. Parámetros de los anillos de seguridad .....	78
Figura 44. Diagrama de fuerzas .....	79
Figura 45. Diagrama de fuerzas placa piso .....	80
Figura 46. Placa base de lados iguales.....	81
Figura 47. Dimensiones de la placa base .....	81
Figura 48. Sección de contacto de la placa hacia el piso.....	82
Figura 49. Diagrama de fuerzas piso placa .....	82
Figura 50. Vista lateral de la placa .....	83
Figura 51. Diagrama de fuerzas .....	84
Figura 52. Perno de anclaje .....	85
Figura 53. Diagrama del perno de anclaje .....	86
Figura 54. Grupo motriz .....	89
Figura 55. Manómetro .....	90
Figura 56. Válvula unidireccional.....	90
Figura 57. Válvula de cuatro pasos y tres posiciones .....	90
Figura 58. Acumulador con bloque de cierre.....	91
Figura 59. Cilindro doble efecto.....	91
Figura 60. Diagrama del circuito hidráulico .....	92
Figura 61. Tolerancias generales .....	95
Figura 62. Tipos de tolerancias .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones Técnicas .....	11
Tabla 2. Evaluación del peso específico de cada criterio .....	25
Tabla 3. Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad .....	25
Tabla 4. Evaluación del peso específico del criterio seguridad .....	26
Tabla 5. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad .....	26
Tabla 6. Evaluación del peso específico del criterio ergonomía .....	27
Tabla 7. Evaluación del peso específico del criterio costo .....	27
Tabla 8. Tabla de conclusiones sistema de potencia del elevador .....	28
Tabla 9. Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad .....	28
Tabla 10. Evaluación del peso específico del criterio seguridad .....	29
Tabla 11. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad .....	29
Tabla 12. Evaluación del peso específico del criterio ergonomía .....	30
Tabla 13. Evaluación del peso específico del criterio costo .....	30
Tabla 14. Tabla de conclusiones sistema estructural .....	31
Tabla 15. Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad .....	31
Tabla 16. Evaluación del peso específico del criterio seguridad .....	32
Tabla 17. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad .....	32
Tabla 18. Evaluación del peso específico del criterio ergonomía .....	33
Tabla 19. Evaluación del peso específico del criterio costo .....	33
Tabla 20. Tabla de conclusiones sistema de seguridad .....	34
Tabla 21. Hoja de procesos atizador superior sección fija .....	97
Tabla 22. Hoja de procesos alza superior sección fija .....	98
Tabla 23. Hoja de procesos atizador superior sección móvil .....	99
Tabla 24. Hoja de procesos alza superior sección móvil .....	100
Tabla 25. Hoja de procesos perfil guía .....	101
Tabla 26. Hoja de procesos bocín .....	102
Tabla 27. Hoja de procesos cubre pasador 1 .....	103
Tabla 28. Hoja de procesos pasador articulación superior sección fija .....	104
Tabla 29. Hoja de procesos pasador articulación superior sección móvil .....	105
Tabla 30. Hojas de procesos cubre pasador 2 .....	106
Tabla 31. Hoja de procesos separador brazos .....	107



Tabla 32. Hoja de procesos pasador uniones .....	108
Tabla 33. Hoja de procesos cubre pasador 3.....	109
Tabla 34. Hoja de procesos pasador articulaciones medias .....	110
Tabla 35. Hoja de procesos rampa .....	111
Tabla 36. Hoja de procesos brazo especial de elevación .....	112
Tabla 37. Hoja de procesos brazo elevador.....	113
Tabla 38. Hoja de procesos cubre pasador 4.....	114
Tabla 39. Pasador articulación superior cilindro.....	115
Tabla 40. Hoja procesos atiezador inferior sección fija .....	116
Tabla 41. Hoja de procesos atiezador inferior sección móvil .....	117
Tabla 42. Hoja de procesos perfil base 1 y perfil base 2.....	118
Tabla 43. Hoja de procesos perfil base 3 .....	119
Tabla 44. Hoja de procesos placa base .....	120
Tabla 45. Pasador articulación inferior sección fija .....	121
Tabla 46. Hoja de procesos pasador articulación inferior cilindro .....	122
Tabla 47. Hoja de procesos pasador articulación inferior sección móvil .....	123
Tabla 48. Costo unitario atiezador superior sección fija .....	125
Tabla 49. Costo unitario bocín.....	126
Tabla 50. Costo unitario alza superior sección fija .....	127
Tabla 51. Costo unitario cubre pasador 1 .....	128
Tabla 52. Costo unitario pasador articulación superior fija .....	129
Tabla 53. Costo unitario atiezador superior sección móvil .....	130
Tabla 54. Costo unitario pasador articulación superior sección móvil .....	131
Tabla 55. Costo unitario alza superior sección móvil .....	132
Tabla 56. Costo unitario perfil guía.....	133
Tabla 57. Costo unitario cubre pasador 2 .....	134
Tabla 58. Costo unitario separador brazos .....	135
Tabla 59. Costo unitario pasador uniones.....	136
Tabla 60. Costo unitario cubre pasador 3 .....	137
Tabla 61. Costo unitario pasador articulaciones medias .....	138
Tabla 62. Costo unitario placa base .....	139
Tabla 63. Costo unitario pernos de anclaje .....	140
Tabla 64. Costo unitario rampa .....	141

Tabla 65. Costo unitario brazo especial de elevación .....	142
Tabla 66. Costo unitario brazo elevador.....	143
Tabla 67. Costo unitario plataforma .....	144
Tabla 68. Costo unitario cubre pasador 4 .....	145
Tabla 69. Costo unitario pasador articulación superior cilindro hidráulico.....	146
Tabla 70. Costo unitario perfil base 1 .....	147
Tabla 71. Costo unitario atiezador inferior sección fija.....	148
Tabla 72. Costo unitario pasador articulación inferior sección fija.....	149
Tabla 73. Costo unitario pasador articulación inferior cilindro hidráulico.....	150
Tabla 74. Costo unitario pasador articulación inferior sección móvil .....	151
Tabla 75. Costo unitario perfil base 3.....	152
Tabla 76. Costo unitario atiezador inferior sección móvil .....	153
Tabla 77. Análisis del costo total .....	154

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### **1. GENERALIDADES:**

#### **1.1. DEFINICIONES PRELIMINARES:**

##### **1.1.1. Elevador de autos:**

El elevador de autos es una estructura móvil que realiza un desplazamiento; ascendente y descendente, el mismo que tiene como finalidad levantar un automóvil para realizar un determinado mantenimiento.

##### **1.1.2. Elevador de doble tijeras para autos:**

Consta de dos plataformas, las mismas que no poseen ninguna conexión mecánica dando como resultado una perfecta ergonomía del lugar de trabajo y la máxima libertad de movimientos bajo el vehículo.

Para conseguir mayor flexibilidad en la recepción de vehículos; grandes y pequeños, estos cuentan con prolongaciones de la plataforma (tipo rampas) que se encuentran fijas al piso, además que su reducida altura del elevador facilita la recepción de los vehículos de perfil bajo.

##### **1.1.3. Actuador hidráulico:**

Los actuadores hidráulicos son los que convierten la energía de un fluido (aceite) en trabajo mecánico, estos son similares a los actuadores neumáticos, debido a que los actuadores hidráulicos, son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo a la forma de operación, y funcionan en base a fluidos a presión. Ya que su empleo se encuentra más difundido hace que se convierta en un elemento vital en el funcionamiento de varias máquinas, porque este posee

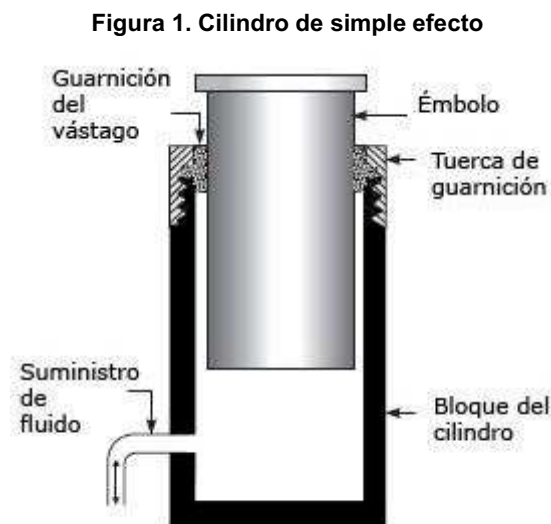
mayor rendimiento, larga vida útil y bajo costo en el momento de realizar su mantenimiento.

#### 1.1.4. Cilindro hidráulico:

Los cilindros hidráulicos se pueden clasificar en 2 tipos: de simple efecto y de acción doble.

##### 1.1.4.1. *Cilindro de simple efecto:*

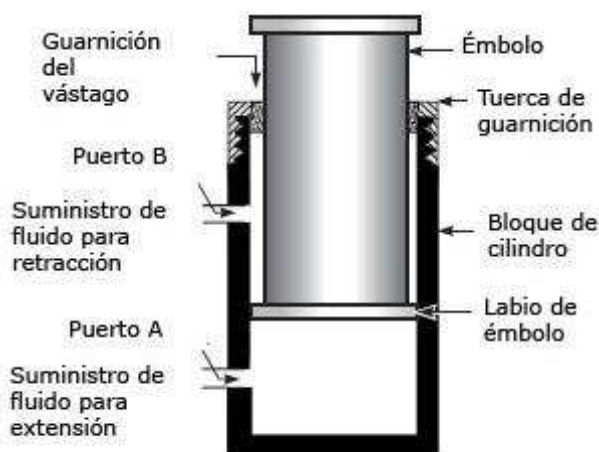
Los cilindros de simple efecto pueden realizar un trabajo en la carrera producida por la acción del fluido comprimido, la carrera de retorno se realiza de forma externa al propio cilindro, ya sea aplicándole una fuerza o un resorte. (Ver figura 1).



##### 1.1.4.2. *Cilindro de doble efecto:*

En el cilindro de doble efecto los dos movimientos son producidos por el líquido presurizado. Hay dos puertos de fluido, cerca de cada extremo del cilindro; el líquido bajo presión se dirige al extremo cerrado del cilindro para extender el émbolo y para aplicar la fuerza. Para contraer el émbolo y reducir la fuerza, el líquido se dirige al extremo opuesto del cilindro. (Ver figura 2)

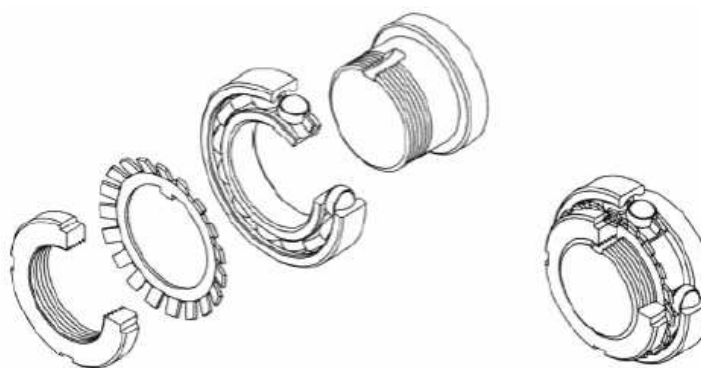
Figura 2. Cilindro de doble efecto



### 1.1.5. Tuerca de fijación y chapa de seguridad

Es uno de los procedimientos más utilizados para la fijación axial de rodamientos. Se utiliza una tuerca, ranurada según DIN 1.804, y una chapa de retención con lengüeta interior. En determinados casos es conveniente utilizar contratuerca como elemento de seguridad. (Ver figura 3).

Figura 3. Tuerca de Fijación y Chapa de Seguridad



### 1.1.6. Chumaceras y sus accesorios<sup>1</sup>

Las chumaceras se dividen en dos clases: las chumaceras unidad de bloque y las chumaceras bipartidas.

<sup>1</sup> <http://www.rodamientos.com.co/pgs/productos9.html>

#### 1.1.6.1. *Chumaceras unidad de bloque*

Se utilizan en aplicaciones sencillas, por ejemplo en maquinaria agrícola, instalaciones de extracción, maquinaria para la construcción y aplicaciones similares. Básicamente son un rodamiento rígido de bolas con superficie exterior esférica, sellado a ambos lados y un soporte en fundición gris, algunas veces los soportes son en chapa de acero. Estas chumaceras vienen listas y lubricadas para montar directo al eje previa verificación de redondez, cilindridad y tolerancias.

Los rodamientos para estas chumaceras vienen en diferentes versiones para ajuste al eje: Con prisionero, con anillo excéntrico con y sin pista interna saliente atrás.

Estas chumaceras se utilizan normalmente para aplicaciones como rodamientos fijos, gracias al juego axial son capaces de absorber pequeñísimas dilataciones de eje, gracias al diseño rígido del rodamiento estas chumaceras soportan cargas axiales de hasta un 20% de la capacidad de carga dinámica del rodamiento. Estas chumaceras vienen con juego radial C3 de fábrica como la versión estándar y no trae sufijo. (Ver figura 4).

**Figura 4. Chumacera unidad de bloque**



#### 1.1.6.2. *Chumaceras bipartidas*

Se conocen como soportes SN, SNL, SNH o su equivalente en FAG: SNV; son fabricados en fundición gris y permiten alojar rodamientos de rodillos esféricos o

rodamientos oscilantes de bolas. Con un manguito de montaje que adapta el rodamiento cuando es cónico, se puede montar en ejes milimétricos o en pulgadas (Ver figura 5):

**Figura 5. Montaje y desmontaje de chumacera bipartida**



El manguito, normalmente se suministra con la tuerca y la arandela de fijación y dependiendo del tipo de apoyo (si es fijo o es libre) lleva uno o dos anillos a lado y lado del rodamiento o no lleva anillos. De la misma manera lleva las obturaciones o sellos que dependiendo del fabricante pueden ser de felpa o de caucho nitrilo.

Una recomendación muy importante es el torque de apriete para los tornillos que sujetan la tapa de la base de estas chumaceras. En la gran mayoría de estas aplicaciones la lubricación se hace con grasa y dependiendo de la velocidad se llena desde la tercera parte hasta un llenado total al interior del soporte.

## **1.2. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO:**

Para realizar el análisis de los parámetros de diseño se considera previamente factores en los que se encuentran basados:

- El peso que debe soportar, es decir el peso del vehículo.
- El tamaño del vehículo más grande que va a soportar.
- Tipos de mantenimientos que se le va a realizar al vehículo.

Por lo tanto se debe tomar en consideración los siguientes parámetros:

- Capacidad máxima de elevación: Esto depende del peso al cual se lo diseña, además está en base a los esfuerzos que se produzcan en los elementos.
- Carrera: Está determinada por la altura necesaria para realizar el mantenimiento, produciendo que esta sea lo suficientemente ergonómica.
- Distancia entre ejes del vehículo: Permite determinar la longitud necesaria para el apoyo del bastidor, esta es la estructura principal del chasis del vehículo, al cual se sujeta los demás elementos del mismo.
- Ancho máximo del vehículo: Toma en consideración los apoyos del bastidor ya que en este se asienta el vehículo.
- Distancia mínima entre las ruedas: Está dado para que el vehículo entre libremente en la plataforma, y no exista problemas en el momento de realizar el mantenimiento.

### **1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:**

#### **1.3.1. Entorno**

La estructura móvil funciona en los talleres de mantenimiento automotriz, con el fin de levantar automóviles de hasta 4.0 toneladas y poder realizar trabajos correctivos y preventivos de mantenimiento.

El sistema se considera primordial para el desempeño de las actividades de los talleres de mantenimiento, por lo que debe constar con una buena instalación, es decir, un espacio físico óptimo para su uso, protegido de las condiciones ambientales, la seguridad del operario y el automotor.



El enfoque en el que se va a realizar las actividades de mantenimiento, se considera que el taller tiene la capacidad de realizar el mantenimiento del mismo, el que debe ser periódico para aumentar su vida útil.

### **1.3.2. Restricciones**

- El elevador se diseña para un fácil manejo y aumentar la competitividad de los talleres de mantenimiento.
- La falta de aceptación de los ecuatorianos por el producto nacional interno hace difícil la introducción del elevador en el mercado.

Las restricciones deben ser tomadas en consideración, porque son factores primordiales en el proceso de diseño.

### **1.3.3. Facilidades**

Los espacios físicos de los talleres ayudan para un buen montaje y seguridad de la máquina, lo que facilita el mantenimiento.

El elevador posee dos brazos articulados sin ninguna conexión mecánica, lo que permite elevar al automotor una distancia de 1900mm, al mismo tiempo facilita el mantenimiento y al operario que realice su trabajo sin ningún problema, evitando la pérdida de tiempo en los talleres.

El internet es una herramienta primordial ya que proporciona la información necesaria, de los diferentes tipos de elevadores; lo que ayuda para obtener un diseño acorde a las necesidades del cliente.

#### **1.4. CASA DE LA CALIDAD:**

En la casa de la calidad se toma en cuenta seis aspectos que permite determinar todas las especificaciones técnicas:

##### **1.4.1. Voz del usuario:**

En el criterio del usuario, el sistema de elevación debe tener las siguientes características:

- La estructura del elevador sea rígida
- Soporte gran capacidad.
- Obtener un sistema de potencia óptimo con el fin de evitar accidentes.
- Poder realizar el mantenimiento del automotor en el menor tiempo posible.
- El mantenimiento que se le dé al elevador sea fácil.
- Que no produzca ruido al momento de su operación.
- No produzca daños a terceros.
- Que el sistema dure por mucho tiempo.
- Evitar que el elevador vibre de forma muy violenta.
- El costo de fabricación no sea muy alto.
- Un fácil montaje y desmontaje del sistema si fuese necesario.
- No sufra daños por el medio ambiente.

##### **1.4.2. Análisis de competitividad:**

En el análisis de competitividad es necesario plantear ciertas preguntas al cliente, las mismas que ayudan a determinar el grado de importancia y la satisfacción respecto al sector que ofrece dichos elevadores.

Para explicar se realiza un ejemplo con una de las actividades más importantes, la cual es elevar al automotor a diferentes posiciones, esta es vital para la realización de los diferentes servicios de mantenimiento, determinando si esta es o no rentable, tomando en consideración la producción.

Los elevadores de diferentes talleres no cumplen con las necesidades que en el tiempo actual se presenta, esto produce una pérdida en mayor grado cuando se realiza el mantenimiento correctivo, por la incomodidad y la falta de ergonomía.

Talleres especializados, franquicias extranjeras, poseen sistemas de elevación que facilitan cualquier tipo de mantenimiento por lo que los hace más competitivos en relación a los talleres del Ecuador.

La información proporcionada por el cliente ayuda a un análisis en los diferentes aspectos de la voz del usuario, los que son complementados en la casa de la calidad (Ver Anexo 1).

#### **1.4.3. Voz del ingeniero:**

La recopilación de los criterios del cliente y con las necesidades primordiales, resultan las siguientes necesidades desde el punto de vista técnico:

- Resistencia de la estructura.
- Capacidad de adaptarse a diferentes pesos.
- Potencia de elevación.
- Ergonomía.
- Mantenimiento del elevador.
- Nivel de ruido.
- Seguridad laboral.
- Tiempo de vida útil.
- Estabilidad.
- El costo de fabricación.
- Montaje y desmontaje.
- Resistencia a la corrosión.

**1.4.4. Correlaciones:**

Ver Anexo 1(Casa de la Calidad).

**1.4.5. Comparación técnica**

Ver Anexo 1(Casa de la Calidad).

**1.4.6. Compromisos técnicos**

Ver Anexo 1(Casa de la Calidad).

## 1.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Tabla 1. Especificaciones Técnicas

<b>Empresa cliente:</b> Escuela Politécnica Nacional		<b>Producto:</b> Elevador de doble tijeras accionado hidráulicamente para vehículos con una capacidad de hasta 4,0 toneladas		<b>Fecha inicial:</b> 2011-03-14
<b>ESPECIFICACIONES</b>				
Concepto	Fecha	Propone	R/D	Descripción
<b>Función</b>	2011-03-14	C	R	Elevar un vehículo para realizar su mantenimiento
		I	R	Incorporar un dispositivo que controle la altura de elevación
<b>Dimensiones</b>	2011-03-14	C+I	R	Altura máxima de elevación 1900mm <sup>2</sup>
		I	R	Distancia máxima entre ejes 3670mm <sup>2</sup>
		C+I	R	Ancho máximo del vehículo 2464mm <sup>2</sup>
		C+I	R	Distancia mínima entre ejes 2345mm <sup>3</sup>
		C+I	R	Ancho mínimo del vehículo 1310mm <sup>3</sup>
<b>Potencia</b>	2011-03-14	I	R	Capacidad máxima de 4,0 toneladas

<sup>2</sup> ANEXO 2

<sup>3</sup> ANEXO 3

<b>Energía</b>	2011-03-14	I	R	Energía eléctrica, 120 V/220 V
<b>Control</b>	2011-03-14	I	D	Panel de control
		I	D	Instalaciones hidráulicas y eléctricas
<b>Seguridad</b>	2011-03-14	I	R	El factor de seguridad debe ser igual o mayor a 2,2 <sup>4</sup>
<b>Costos</b>	2011-03-14	C+I	D	Debe ser moderado ya que se encuentra enfocado a talleres pequeños y medianos

## 1.6. ANÁLISIS FUNCIONAL:

El análisis funcional es una parte vital para el diseño, describe los modos de operación que se obtiene en el sistema, para esto se clasifica los módulos según las operaciones, tanto principales, ocasionales y accidentales.

### 1.6.1. Modos de operaciones principales:

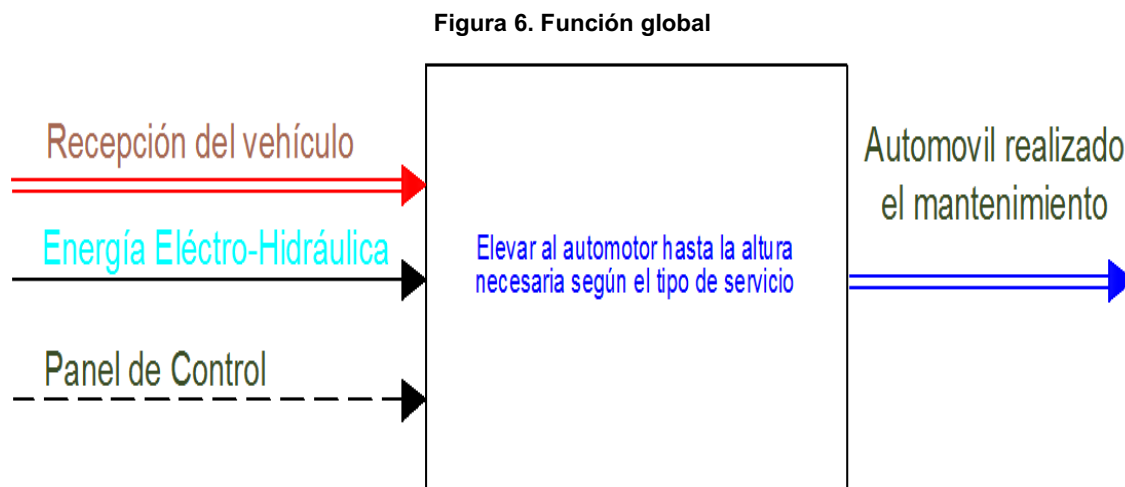
La función principal del elevador de vehículos con una capacidad máxima de 4,0 toneladas, es suspender al automotor a una altura en la cual pueda realizar el mantenimiento, las operaciones principales para la realización del objetivo son:

- Recibir el vehículo en el taller y colocarlo sobre el elevador.
- Elevar al automotor hasta la altura necesaria según el tipo de servicio o mantenimiento.

---

<sup>4</sup> AISC; Manual of Steel Construction

La función global del sistema se encuentra representada en la figura 6:



Modos de operaciones ocasionales:

Se realiza para la correcta ejecución de las actividades principales, y para su correcto funcionamiento:

- Puesta en marcha.
- Mantenimiento preventivo del elevador.

#### 1.6.2. Modos de operaciones accidentales:

Se dan de manera fortuita y producen daños o accidentes laborales, estos son:

- Bloqueo del sistema principal de potencia.

#### 1.7. DEFINICIÓN DE MÓDULOS:

Para la definición de los módulos se toma en cuenta las funciones principales que realiza el elevador de vehículos, además se considera las actividades que estos conllevan.

Las actividades que se realiza se presentan en los siguientes módulos:

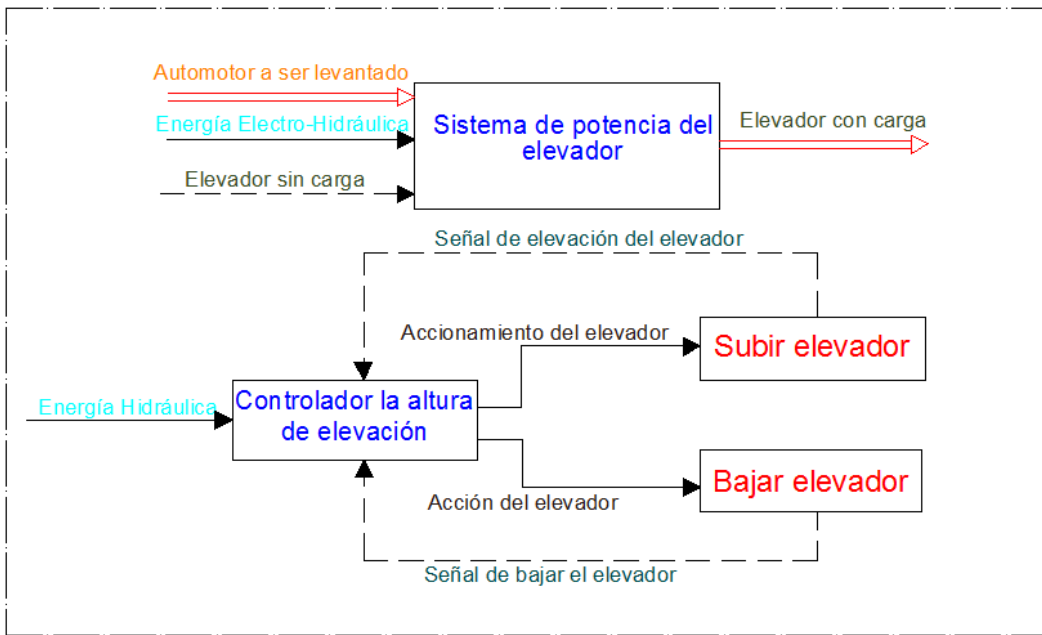
- Sistema de potencia del elevador.
- Sistema estructural del elevador.

- Sistema de seguridad del elevador.

Para una mejor visualización estos se presentan los sistemas en las figuras 7,8 y 9.

**Figura 7. Sistema de potencia del elevador**

**Módulo 1**



**Figura 8. Sistema estructural**

**Módulo 2**

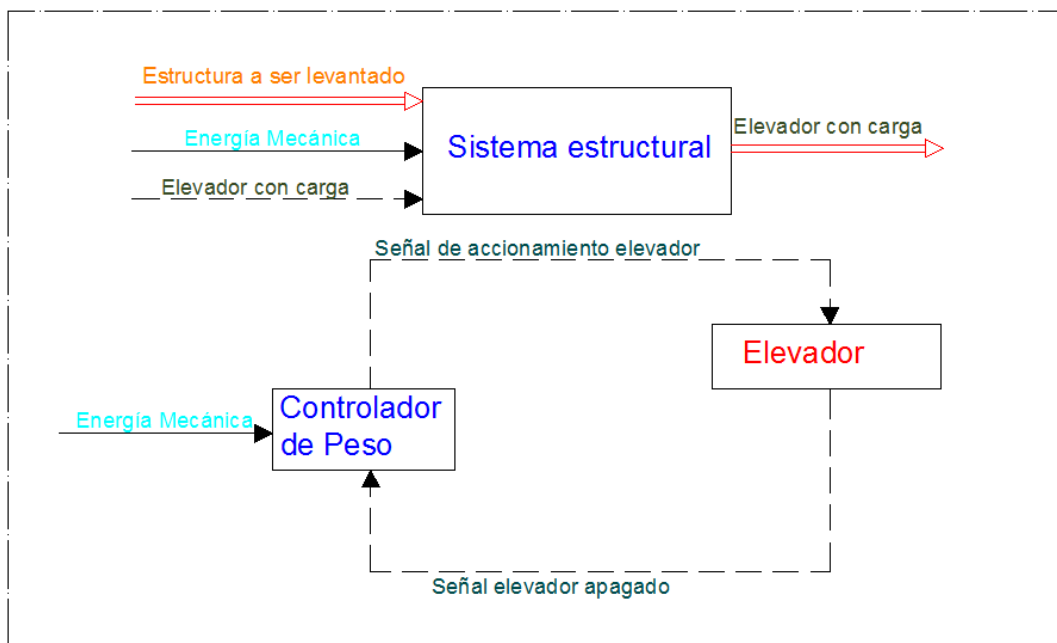
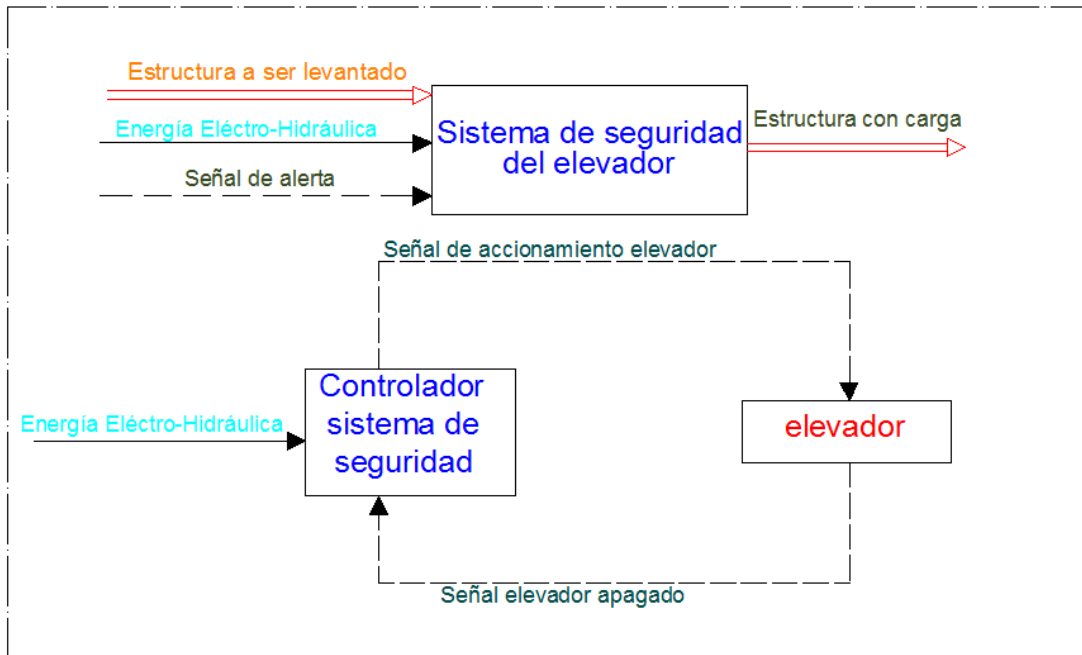




Figura 9. Sistema de seguridad del elevador

## Módulo 3



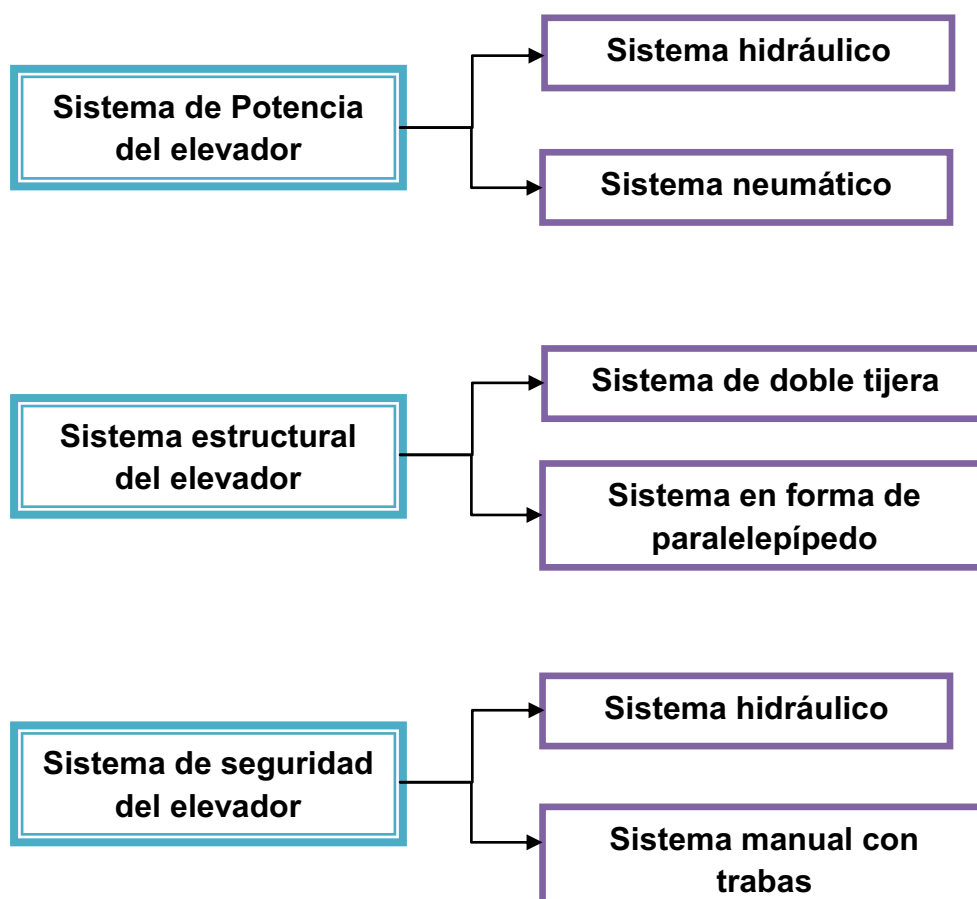
## CAPÍTULO II

### 2. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

El planteamiento de las alternativas de los módulos en el Capítulo I, se presentan:

#### 2.1. PRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS:

En la selección de alternativas de diseño, se considera los sistemas o módulos que influyen en el funcionamiento eficiente del elevador de doble tijeras.



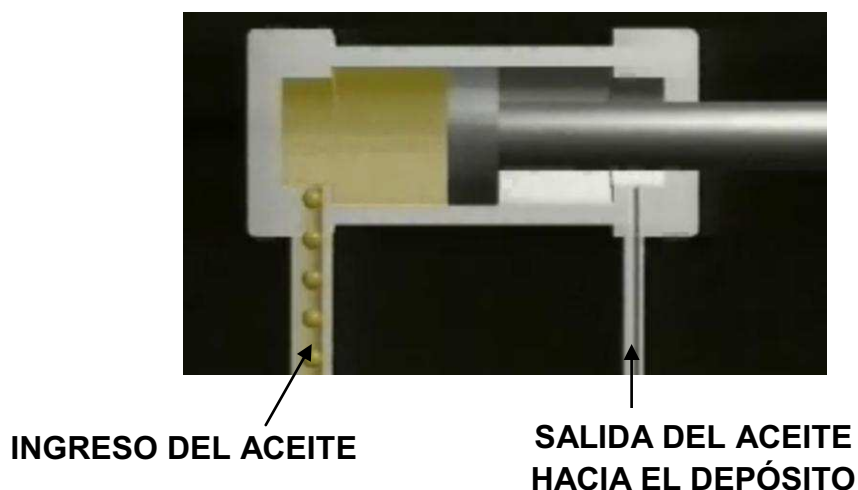
Con base en los módulos presentados, las alternativas de diseño, para cada uno de los sistemas de funcionamiento son:

## 2.1.1. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE ELEVACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA HIDRÁULICO:

### 2.1.1.1. Funcionamiento y características:

Sistema de elevación mediante pistones hidráulicos, el funcionamiento de los sistemas hidráulicos la energía transmitida es a través de tuberías, esta energía se encuentra en función del caudal y la presión del aceite que este circule por el sistema. Este se acciona cuando se realiza el ingreso del aceite en la cámara de admisión, posteriormente realiza el descenso del elevador; el aceite es enviado a un depósito (Ver figura 10).

Figura 10. Cilindro Hidráulico



### 2.1.1.2. Ventajas

- Las fuerzas en el sistema hidráulico son reguladas de manera continua.
- El sistema hidráulico puede llegar hasta su total parada, evitando que sufra sobrecargas o tendencia a calentamiento.
- Los elementos hidráulicos son reversibles, esto quiere decir que se los puede frenar mientras se encuentran en marcha.
- Este tipo de sistema debido a que su fluido interno (aceite) produce una flexibilidad ya que se adapta a las tuberías y su fuerza es transmitida como una barra de acero.

### 2.1.1.3. Desventajas

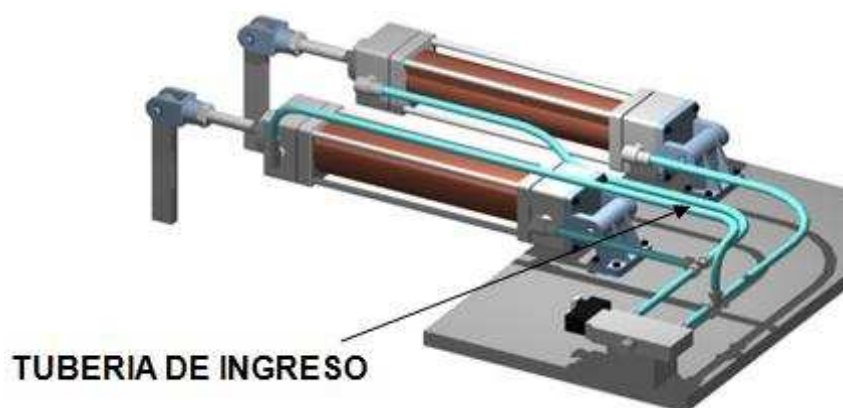
- En los sistemas hidráulicos la velocidad con que estos funcionan es baja.
- En el momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento, es un poco tediosa ya que al momento de manipular el aceite, los aparatos y tuberías se tiene mucha dificultad.
- El mantenimiento debe ser extremadamente riguroso.
- En este tipo de sistemas el costo de los materiales es elevado por lo que requiere mayor inversión.

### 2.1.2. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE ELEVACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA NEUMÁTICO:

#### 2.1.2.1. Funcionamiento y características:

Tiene un sistema de elevación mediante pistones neumáticos, es la utilización de energía limpia, como es, el aire; el cual facilita el ascenso del elevador ya que transforma la energía del aire en energía mecánica, además que este sistema se encuentra en función del caudal y de la presión, al realizar el descenso del elevador el aire es vuelto a depositar en la atmósfera. (Ver figura 11).

Figura 11. Cilindro Neumático



### **2.1.2.2. Ventajas**

- El sistema es abundante refiriéndose específicamente al fluido que es el aire ya que este es ilimitado, además que se encuentra disponible gratuitamente en cualquier lugar. No se precisa de un conducto de retorno por lo que es depositado nuevamente en la atmósfera.
- El uso de este tipo de fluido hace que sea anti-deflagrante, es decir está libre de cualquier tipo de explosión. Puede utilizarse en lugares húmedos sin riesgo con la electricidad estática.
- Se puede obtener mayor velocidad en la elevación. Pueden ser reguladas y escalonadas, como también su fuerza o potencia.
- Su conexión y el diseño que forman parte del mismo es más simple de realizar.
- El mantenimiento de este tipo de sistema es muy sencillo ya que es una energía limpia.
- No produce problema con la temperatura ya que este mismo se va refrigerando, e incluso puede soportar altas temperaturas.
- Puede trabajar hasta su punto máximo estando exento de sobrecargas.

### **2.1.2.3. Desventajas**

- La preparación del aire comprimido necesita realizar una limpieza y depuración de posibles impurezas en el aire.
- Pueden producir ruidos bastante molestos, para la obtención del aire comprimido.
- La presión, que otorgan no es muy elevada por lo que dificulta la elevación del vehículo.

### 2.1.3. SISTEMA ESTRUCTURAL DE DOBLE TIJERAS:

#### 2.1.3.1. Funcionamiento y características:

El sistema estructural de doble tijeras funciona mediante pistones los mismos que ayudan a suspender al vehículo, hasta la altura necesaria para realizar el mantenimiento, consta de dos brazos que se encuentran separados para mayor ergonomía durante el servicio, cuenta de una estructura metálica que soporta el peso del vehículo, el cual está apoyado en los bastidores, por mayor seguridad, debe contar con varias uniones para que pueda alcanzar la altura requerida. (Ver figura 12)

Figura 12. Sistema Estructural de doble tijera



#### 2.1.3.2. Ventajas

Las ventajas que presenta este tipo de elevador son muy variadas e importantes, en el momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento a vehículos de hasta 4,0 toneladas:

- La instalación del elevador no es compleja ya que se sujeta al piso por medio de pernos de anclaje.

- Consta de un sistema de doble efecto y de un circuito hidráulico, para garantizar en todo momento la seguridad.
- La altura de elevación que proporciona este tipo de elevador es de 1900mm, optimo para labores de mantenimiento de automóviles.
- Su diseño es flexible para poder levantar todo tipo de automotor sin que sufra daños en su carrocería.
- El espacio físico que utiliza; es el adecuado para lograr obtener una buena distribución.
- Bajo costo de operación.
- No genera ruidos.

#### **2.1.3.3. Desventajas**

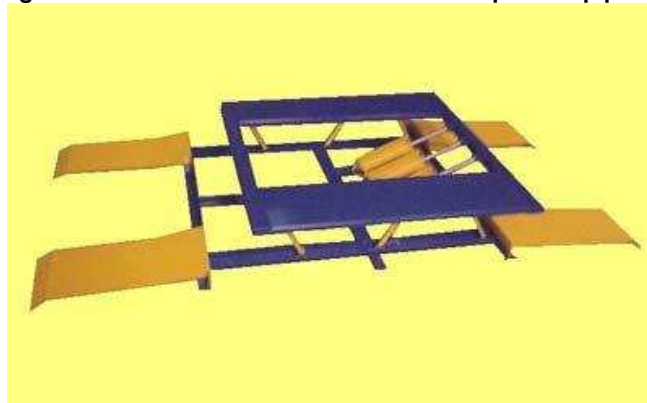
- Una de las desventajas más claras en este tipo de elevador es la falta de rigidez por lo que le hace un sistema inestable.

#### **2.1.4. SISTEMA ESTRUCTURAL EN FORMA DE PARALELEPÍPEDO:**

##### **2.1.4.1. Funcionamiento y características:**

El sistema estructural en forma de paralelepípedo está formado por un sistema de accionamiento tipo neumático o hidráulico, puede levantar 1 metro aproximadamente. Su estructura debe ser diseñada para soportar a todo el vehículo (Ver figura 13).

**Figura 13. Sistema Estructural en forma de paralelepípedo**



#### **2.1.4.2. Ventajas**

Este tipo de elevador presenta algunas ventajas importantes:

- Su estructura rígida de gran confiabilidad y seguridad cuando el elevador este funcionando o soportando carga.
- Su sistema neumático también es imprescindible en la seguridad del operario y del vehículo que se encuentre levantado.
- Este posee mayor rigidez por lo tanto mayor estabilidad.

#### **2.1.4.3. Desventajas**

En estos elevadores las desventajas son las siguientes:

- La carrera máxima de elevación es de 1000 mm (1m).
- No es ergonómico, ya que la altura no es suficiente para que el obrero pueda realizar un trabajo, desplazándose cómodamente.
- La estructura no se adapta a los talleres de mantenimiento automotriz, posee una estructura en la parte inferior del vehículo; lo que impide la manipulación del auto.

### **2.1.5. SISTEMA DE SEGURIDAD CON SISTEMA HIDRÁULICO:**

#### **2.1.5.1. Funcionamiento y características:**

El sistema de seguridad que se propone es colocar un pistón hidráulico que logre soportar el peso del vehículo mas el propio peso de la estructura del elevador, para esto se coloca un soporte en la articulación del sistema de elevación tipo tijeras a lo ancho para poder colocar el pistón y logre soportar el peso si desciende por algún motivo sin ser accionado desde el mando central. (Ver figura 14).



**Figura 14. Sistema de seguridad hidráulico**



#### **2.1.5.2. Ventajas**

Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Logra soportar el peso total en una emergencia.
- El sistema es ergonómico, ya que no es problema al momento de subir el elevador y realizar algún tipo de mantenimiento.

#### **2.1.5.3. Desventajas**

- El costo en este tipo de elementos es elevado por lo que encarece su fabricación.

### **2.1.6. SISTEMA DE SEGURIDAD MANUAL CON TRABAS:**

#### **2.1.6.1. Funcionamiento y características:**

El sistema de seguridad es colocar trabas en la estructura para que en una emergencia logre soportar el peso del vehículo, además del peso de la estructura. (Ver figura 15).

**Figura 15. Sistema de Seguridad Manual**



### 2.1.6.2. Ventajas

Las ventajas de este tipo de sistema son mencionadas:

- Logra soportar el peso del vehículo y de su estructura en caso de emergencia.
- El costo de fabricación de este sistema no es muy alto.
- Es fácil de retirar en el momento de realizar cualquier tipo de trabajo.

### 2.1.6.3. Desventajas

- En este tipo de sistemas se observan una de las principales desventajas ya que no es muy ergonómico, por lo que debe ser colocado inmediatamente que el elevador llegue al punto máximo de elevación.

Posteriormente no se puede considerar otro tipo de desventaja ya que si se lo realiza no es un sistema que pueda ser colocado para la seguridad de las personas que se encuentran trabajando en el servicio de mantenimiento.

## 2.2. EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES POR EL MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS.

Los criterios para realizar la valorización de los sistemas y los más determinantes en el diseño son (Ver Tabla 2):

- a) Fiabilidad (F).**- su funcionamiento se enmarca en la elevación de los vehículos, donde cualquier fallo en su funcionamiento provoca accidentes catastróficos,
- b) Versatilidad (V).**- El sistema se debe ajustar a varios pesos de los vehículos, sin provocar defectos en el momento de la elevación.
- c) Ergonómico (E).**- Debe ser lo más ergonómico posible para que el trabajador pueda realizar las actividades sin ningún tipo de inconveniente.

- d) **Seguridad (S).**- El sistema debe ser seguro para el operario y el automotor.
- e) **Costo (C).**- El sistema debe estar acorde con las expectativas del usuario.

Tabla 2. Evaluación del peso específico de cada criterio  
**fiabilidad=seguridad > versatilidad > ergonomía = costo**

CRITERIO	F	S	V	E	C	$\Sigma+1$	Ponderado
F		0,5	1	1	1	2,5	0,313
S	0,5		1	1	1	2,5	0,313
V	0	0		1	1	1	0,125
E	0	0	0		0,5	1	0,125
C	0	0	0	0,5		1	0,125
					suma	8	1

## 2.2.1. SISTEMA DE POTENCIA DEL ELEVADOR:

### 2.2.1.1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad

La evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad en el sistema de potencia del elevador muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad

solución A = solución B				
FIABILIDAD	SOLUCION A	SOLUCION B	$\Sigma+1$	Ponderado
SOLUCION A		0,5	1,5	0,5
SOLUCION B	0,5		1,5	0,5
		suma	3	1

### 2.2.1.2. Evaluación del peso específico del criterio de seguridad

La evaluación del peso específico del criterio de seguridad en el sistema de potencia del elevador muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Evaluación del peso específico del criterio seguridad

<b>solución A = solución B</b>				
<b>SEGURIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0,5</b>		<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

### 2.2.1.3. Evaluación del peso específico del criterio de versatilidad

La evaluación del peso específico del criterio de versatilidad en el sistema de potencia del elevador muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad

<b>solución A &gt; solución B</b>				
<b>VERSATILIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,67</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0</b>		<b>1</b>	<b>0,33</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

#### 2.2.1.4. Evaluación del peso específico del criterio de ergonomía

La evaluación del peso específico del criterio de ergonomía en el sistema de potencia del elevador muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Evaluación del peso específico del criterio ergonomía

<b>solución A =solución B</b>				
<b>ERGONOMÍA</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0,5</b>		<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

#### 2.2.1.5. Evaluación del peso específico del criterio de costo

La evaluación del peso específico del criterio de costo en el sistema de potencia del elevador muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Evaluación del peso específico del criterio costo

<b>solución B &gt; solución A</b>				
<b>COSTO</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,33</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>0,67</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

La recopilación de los criterios se encuentra en la tabla 8.

Tabla 8. Tabla de conclusiones sistema de potencia del elevador

<b>TABLA DE CONCLUSIONES</b>		
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>SOLUCIÓN A</b>	<b>SOLUCIÓN B</b>
<b>FIABILIDAD</b>	0,15	0,15
<b>SEGURIDAD</b>	0,15	0,15
<b>VERSATILIDAD</b>	0,13	0,07
<b>ERGONOMIA</b>	0,05	0,05
<b>COSTO</b>	0,03	0,07
$\Sigma$	0,52	0,48
<b>PRIORIDAD</b>	<b>1°</b>	<b>2°</b>

## 2.2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL DEL ELEVADOR:

### 2.2.2.1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad

La evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad en el sistema estructural del elevador muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad

<b>solución A &gt; solución B</b>				
<b>FIABILIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	$\Sigma+1$	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		1	2	0,67
<b>SOLUCION B</b>	0		1	0,33
		<b>suma</b>	3	1

### 2.2.2.2. Evaluación del peso específico del criterio de seguridad

La evaluación del peso específico del criterio de seguridad en el sistema estructural del elevador muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Evaluación del peso específico del criterio seguridad

<b>solución B &gt; solución A</b>				
<b>SEGURIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	$\Sigma+1$	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,33</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>0,67</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

### 2.2.2.3. Evaluación del peso específico del criterio de versatilidad

La evaluación del peso específico del criterio de versatilidad en el sistema estructural del elevador muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad

<b>solución A = solución B</b>				
<b>VERSATILIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	$\Sigma+1$	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0,5</b>		<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

#### 2.2.2.4. Evaluación del peso específico del criterio de ergonomía

La evaluación del peso específico del criterio de ergonomía en el sistema estructural del elevador muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Evaluación del peso específico del criterio ergonomía

<b>solución A &gt; solución B</b>				
<b>ERGONOMÍA</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,67</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0</b>		<b>1</b>	<b>0,33</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

#### 2.2.2.5. Evaluación del peso específico del criterio de costo

La evaluación del peso específico del criterio de costo en el sistema estructural del elevador muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Evaluación del peso específico del criterio costo

<b>solución A = solución B</b>				
<b>COSTO</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0,5</b>		<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>



La recopilación de los criterios se encuentra en la tabla 14.

Tabla 14. Tabla de conclusiones sistema estructural

<b>TABLA DE CONCLUSIONES</b>		
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>SOLUCIÓN A</b>	<b>SOLUCIÓN B</b>
<b>FIABILIDAD</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
<b>SEGURIDAD</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
<b>VERSATILIDAD</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>
<b>ERGONOMIA</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>
<b>COSTO</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>
<b>Σ</b>	<b>0,52</b>	<b>0,48</b>
<b>PRIORIDAD</b>	<b>1°</b>	<b>2°</b>

## 2.2.1. SISTEMA DE SEGURIDAD DEL ELEVADOR:

### 2.2.1.1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad

La evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad en el sistema de seguridad del elevador muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad

<b>solución A &gt; solución B</b>				
<b>FIABILIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b>Σ+1</b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,67</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0</b>		<b>1</b>	<b>0,33</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

### 2.2.1.2. Evaluación del peso específico del criterio de seguridad

La evaluación del peso específico del criterio de seguridad en el sistema de seguridad del elevador muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Evaluación del peso específico del criterio seguridad

<b>solución A &gt; solución B</b>				
<b>SEGURIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,67</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0</b>		<b>1</b>	<b>0,33</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

### 2.2.1.3. Evaluación del peso específico del criterio de versatilidad

La evaluación del peso específico del criterio de versatilidad en el sistema de seguridad del elevador muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Evaluación del peso específico del criterio versatilidad

<b>solución B = solución A</b>				
<b>VERSATILIDAD</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0,5</b>		<b>1,5</b>	<b>0,50</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

#### 2.2.1.4. Evaluación del peso específico del criterio de ergonomía

La evaluación del peso específico del criterio de ergonomía en el sistema de seguridad del elevador muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Evaluación del peso específico del criterio ergonomía

<b>solución A &gt; solución B</b>				
<b>ERGONOMÍA</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0,67</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>0</b>		<b>1</b>	<b>0,33</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

#### 2.2.1.5. Evaluación del peso específico del criterio de costo

La evaluación del peso específico del criterio de costo en el sistema de seguridad del elevador muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Evaluación del peso específico del criterio costo

<b>solución B &gt; solución A</b>				
<b>COSTO</b>	<b>SOLUCION A</b>	<b>SOLUCION B</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderado</b>
<b>SOLUCION A</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,33</b>
<b>SOLUCION B</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>0,67</b>
		<b>suma</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

La recopilación de los criterios se encuentra en la tabla 20.

Tabla 20. Tabla de conclusiones sistema de seguridad

<b>TABLA DE CONCLUSIONES</b>		
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>SOLUCIÓN A</b>	<b>SOLUCIÓN B</b>
<b>FIABILIDAD</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
<b>SEGURIDAD</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
<b>VERSATILIDAD</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>
<b>ERGONOMIA</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>
<b>COSTO</b>	<b>0,03</b>	<b>0,07</b>
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>0,60</b>	<b>0,40</b>
<b>PRIORIDAD</b>	<b>1°</b>	<b>2°</b>

### 2.3. PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVA ESCOGIDA

El resultado del análisis mediante el método ordinal corregido de criterios ponderados de cada uno de los módulos, en los cuales se basa el diseño final es:

#### 2.3.1. DEL PRIMER MÓDULO:

Este sistema de potencia para la suspensión del vehículo a una determinada altura, mejor opción es la Solución A, la cual consta de un pistón accionado hidráulicamente; que soporta la carga ejercida por el automotor, como también el peso propio de la estructura del elevador, además que su accionamiento esta proporcionado por un sistema hidráulico.

Esta selección es en base a la capacidad que tiene el pistón para soportar grandes presiones y levantar varios pesos, es adaptable para variaciones.

### **2.3.2. DEL SEGUNDO MÓDULO:**

Sistema estructural del elevador, la mejor opción es la solución A, esta parte consta de una estructura de doble tijeras, con dos columnas, no poseen conexión mecánica, en estas se distribuye el peso del automotor.

Siendo esta la opción más eficiente ya que cumple con los requerimientos de los talleres para poder realizar cualquier tipo de mantenimiento.

### **2.3.3. DEL TERCER MÓDULO:**

Sistema de seguridad del elevador, la mejor opción es la solución A, el sistema de potencia es hidráulico, facilita una conexión auxiliar, para proporcionar seguridad en caso de emergencia, esta opción es la más indicada debido a su respuesta inmediata, si no se posee una buena reacción, esto produce daños a terceros, es decir, a los operarios que se encuentren realizando el servicio de mantenimiento.

## **2.4. CUANTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO**

La cuantificación de los parámetros de diseño considera los módulos del estudio presente en el capítulo I, capítulo II. Los parámetros cuantificados se mencionan:

### **2.4.1. CAPACIDAD MÁXIMA DE ELEVACIÓN:**

La capacidad máxima que puede soportar el elevador es de 4,0 toneladas por los requerimientos del mercado.

### **2.4.2. CARRERA:**

La carrera que tiene el elevador, se considera para que el encargado de realizar el mantenimiento, pueda desarrollar sus actividades sin ningún inconveniente, por lo que la máxima altura que el elevador poseerá será de 1900mm de extremo a extremo tomando como referencia los brazos del elevador.

#### **2.4.3. DISTANCIA ENTRE EJES DEL VEHÍCULO:**

La distancia entre ejes del vehículo es de 3670mm, esta es una de las necesidades primordiales en los talleres de mantenimiento, debido a la demanda existente en el mercado.

#### **2.4.4. ANCHO MÁXIMO DEL VEHÍCULO:**

El ancho máximo del vehículo es establecido por uno de los automotores más grandes que se encuentran en el mercado, el cual es de 2464mm.

#### **2.4.5. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE RUEDAS:**

Considera al vehículo de menos capacidad; este depende las dimensiones de la plataforma, esta distancia mínima entre ruedas es 1500mm.

#### **2.2.1. TIPO DE SERVICIO A PRESTAR:**

Los tipos de servicios son:

- Mantenimiento de freno.
- Mantenimiento de carrocerías.
- Mantenimiento de cajas de cambios.

Estos parámetros ayudan para el buen diseño del elevador; facilita los tipos de servicios que se pueden prestar.

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA**

#### **3.1. METODOLOGÍA**

El elevador hidráulico está conformado por brazos articulados en forma de tijeras, el diseño de dichos elementos están basados bajo las especificaciones establecidas en el manual de la American Institute of Steel Construction (A.I.S.C.), además se utiliza conocimientos impartidos en la materia de Mecánica de Materiales.

El riesgo que se puede suscitar al momento de elevar el automóvil, para precautelar las vidas humanas y la del móvil, se establece un factor de seguridad (FS) para los miembros principales de la estructura del elevador igual o mayor a 2,2, y para los miembros secundarios se establece los factores de seguridad que proporcione el manual A.I.S.C.

El sistema adecuado de potencia toma la teoría de circuitos hidráulicos, así como también catálogos de los elementos presentes y logra obtener los parámetros de diseño.

Los materiales seleccionados para el diseño se toma de los existentes en el mercado local, con el fin de abaratar costos de construcción.

#### **3.2. DISEÑO DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS**

Al analizar el diseño de los elementos de esta estructura se considera el propósito fundamental de los diseñadores de estructuras, el cual es crear una estructura económica, funcional y segura en el momento de realizar la manipulación.

La estructura básica, cada uno de los elementos que conforman dicha estructura y las diferentes posiciones que pueden adoptar, es la base para el diseño y se presenta un esquema del ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 toneladas (Ver figura 16).

Figura 16. Esquema del Elevador



### 3.2.1. BRAZO DEL ELEVADOR:

Los cálculos de la distancia de los brazos de la estructura, toma en consideración la carrera máxima que debe recorrer, la misma que es de 1900mm. A continuación se presenta el análisis de los cálculos:

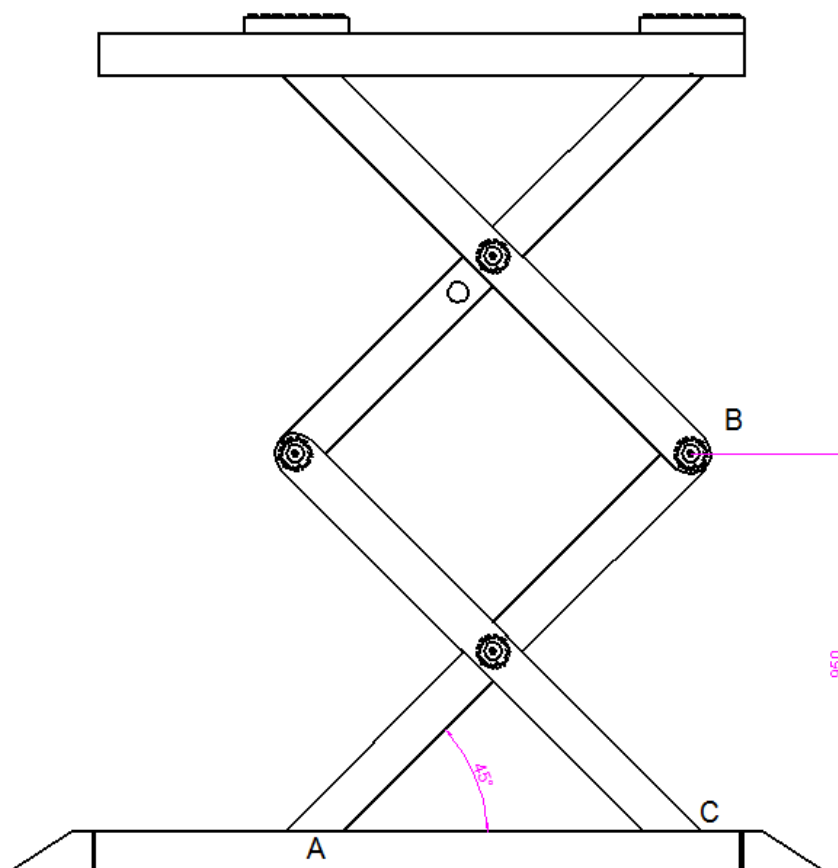


Carrera máxima (y): 1900mm

Carrera media (y'): 950mm

Ángulo en la posición máxima de elevación ( $\theta$ ): 45° (Ver figura 17).

Figura 17. Esquema del Brazo del Elevador



Tomando el tramo A, B se obtiene longitud del brazo del elevador ( $l$ ):

$$\text{sen}(\theta) = \frac{y'}{l} \quad \text{Ec. (3 - 1a)}$$

$$\text{sen}(45^\circ) = \frac{950}{l}$$

$$l = \frac{950}{\text{sen}(45^\circ)}$$

$$l = 1344[\text{mm}]$$

### 3.2.2. APOYOS DEL BRAZO DEL ELEVADOR

#### 3.2.2.1. Posiciones del elevador

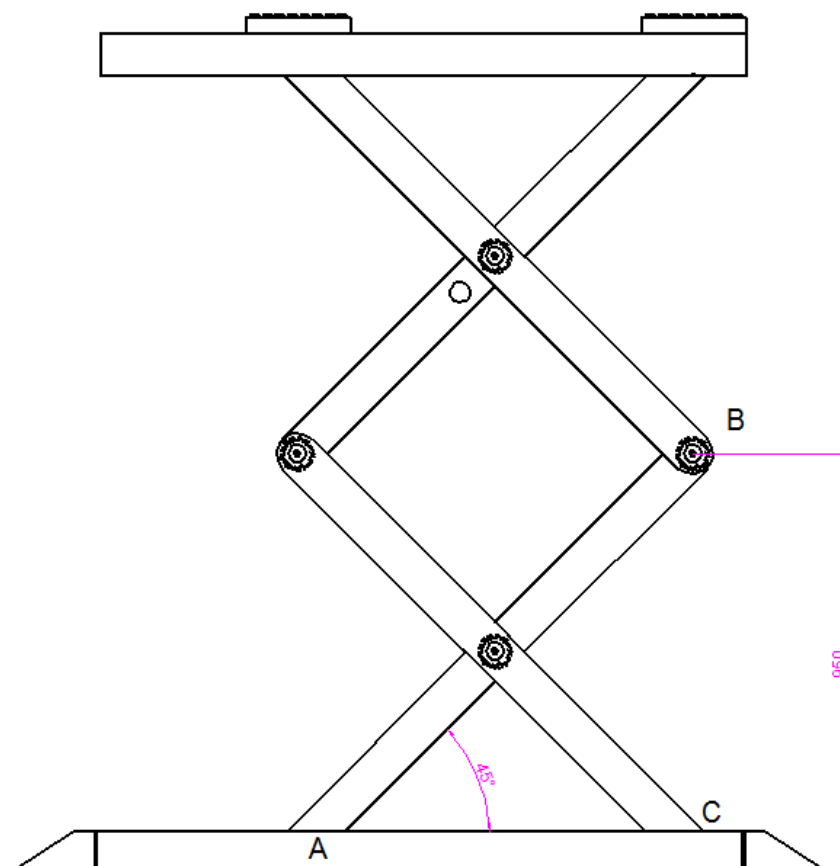
En el análisis de cargas, se considera tres posiciones diferentes las que ayuda a seleccionar el punto crítico, en base al cual se realiza los cálculos de diseño.

##### 3.2.2.1.1. Posición máxima de elevación

En la posición máxima de elevación se considera los parámetros que se encuentran en la sección 3.1.1 en la cual se obtuvo la longitud del brazo, para los posteriores cálculos estructurales (Ver figura 18).

##### 3.2.2.1.2. Separación de los bazos en la base del elevador en la posición máxima

Figura 18. Posición Máxima de Elevación



Tomando los siguientes datos se obtiene; la medida de la separación de la base del elevador, se toma el triángulo A, B, C.

Carrera máxima (y): 1900mm

Carrera media (y'): 950mm

Ángulo en la posición máxima de elevación ( $\theta$ ): 45°

La distancia a ser encontrada se denomina (a):

$$\tan(\theta) = \frac{y'}{a} \quad \text{Ec. (3 - 1b)}$$

$$\tan(45) = \frac{950}{a}$$

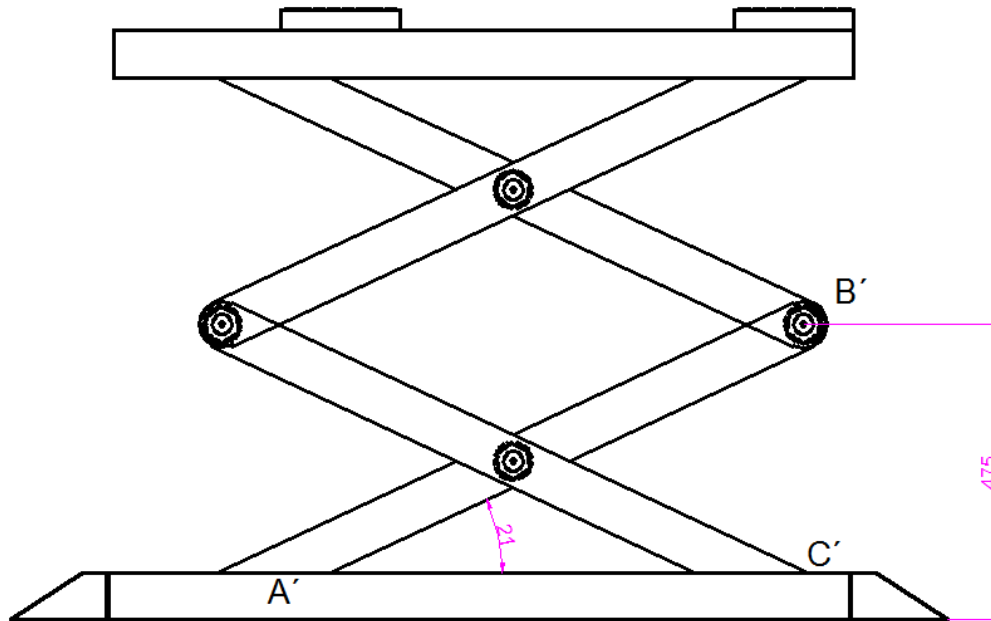
$$a = \frac{950}{\tan(45)}$$

$$a = 950[\text{mm}]$$

Este resultado es razonable, se puede observar que guarda relación entre los elementos, debido a que en este caso el ángulo máximo de elevación de de 45°

### 3.2.2.2. Posición media de elevación

Figura 19. Posición Media de Elevación



Los parámetros en la posición media de elevación (Ver figura 19)

Carrera Máxima de Elevación ( $y'$ ): 950mm

Carrera Media de Elevación ( $y''$ ): 475mm

Longitud del brazo ( $l$ ): 1344mm

En el triángulo  $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$ .

- Ángulo de elevación

Para el ángulo de elevación se toma los parámetros generales expuestos:

$$\text{sen}(\theta') = \frac{y''}{l} \quad \text{Ec. (3 - 1a)}$$

$$\text{sen}(\theta') = \frac{475}{1344}$$

$$\theta' = 20,7 \approx 21^\circ$$

- Separación de los bazos en la base del elevador en la posición media

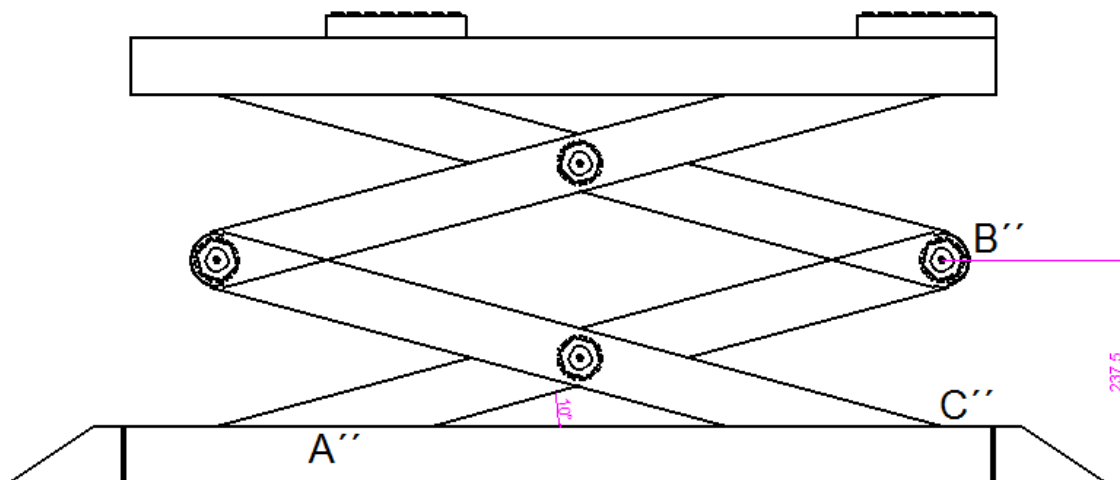
$$\tan(\theta') = \frac{y''}{a'} \quad \text{Ec. (3 - 1a)}$$

$$a' = \frac{475}{\tan 21}$$

$$a' = 1256,7 \text{ [mm]} \approx 1257 \text{ [mm]}$$

### 3.2.2.3. Posición baja de elevación

Figura 20. Posición Baja de Elevación



Para la obtención de los datos en esta posición se toman los siguientes parámetros (Ver figura 20):

Carrera Máxima de Elevación ( $y'$ ): 475mm

Carrera Media de Elevación ( $y''$ ): 237,5mm

Longitud del brazo ( $l$ ): 1344mm

Tomando el triángulo  $A''$ ,  $B''$ ,  $C''$ .

- Ángulo de elevación en la posición baja

$$\text{sen}(\theta'') = \frac{y'''}{l} \quad \text{Ec. (3 - 1a)}$$

$$\text{sen}(\theta'') = \frac{237,5}{1344}$$

$$\theta'' = 10,178 \approx 10^\circ$$

- Separación de los brazos en la base del elevador en la posición baja

$$\tan(\theta) = \frac{y'''}{a''} \quad \text{Ec. (3 - 1a)}$$

$$a'' = \frac{237,5}{\tan 10}$$

$$a'' = 1322,84 \approx 1323 \text{ [mm]}$$

### 3.2.3. EVALUACIÓN DE CARGAS

Para determinar las cargas, se realiza un análisis de rigidez de los elementos, y un análisis de la resistencia.

#### 3.2.3.1. Función de la rigidez en las uniones

Las uniones rígidas son aquellas en las cuales la deformación no tiene una influencia apreciable en la distribución de las fuerzas y momentos internos en la estructura, ni en la deformación total. Deben ser capaces de transmitir las fuerzas y momentos que se encuentran determinadas.

Las uniones articuladas no producen momentos y se diseña para cargas cortantes y soportar los giros resultantes de las mismas.

### 3.2.3.2. Función de la resistencia en las uniones:

Las articulaciones no producen momentos apreciables los mismos que pueden afectar de forma adversa a los elementos de la estructura.

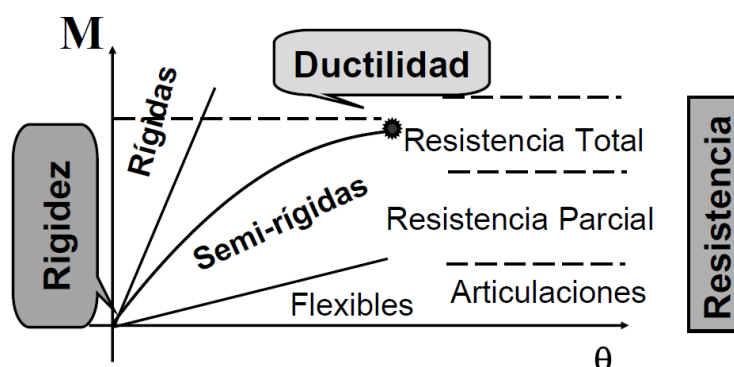
Estas deben ser capaces de transmitir las fuerzas y además de tener una capacidad de giro que abastezca la formación de todas las rótulas plásticas necesarias que hayan de desarrollar por la acción de las cargas de cálculo.

La resistencia de cálculo de una unión de resistencia total es al menos igual a la del elemento unido.

En las uniones de resistencia parcial, el cálculo de una unión no será menor que la necesaria para transmitir las fuerzas y los momentos de proyecto calculadas, puede ser menor que la del elemento unido.

En la figura 21 puede observar la relación que se tiene entre la Rigidez, Tenacidad y Resistencia de las diferentes uniones.

Figura 21. Ductilidad, Rigidez y Resistencia de las uniones



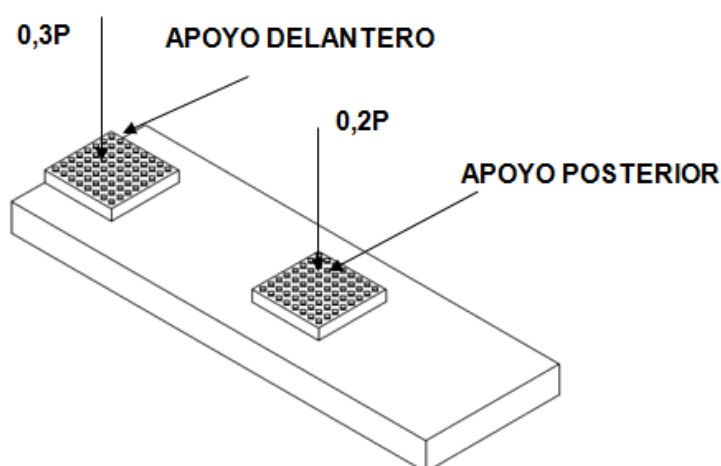
Además de lo antes mencionado para la evaluación de las cargas se considera por parámetros de diseño del vehículo, que se encuentra en relación directa con

los soportes colocados, se representan las cargas puntuales que el vehículo ejerce.

Por lo tanto debido a que el peso de los vehículos tiene una relación de 6 a 4, tomando como la unidad máxima 10. Por lo que el peso está distribuido en un 60% (parte delantera/motor) y un 40% (parte posterior)<sup>5</sup>.

En la figura 22 se da un esquema de las cargas puntuales en la plataforma del elevador. Por lo que en la parte delantera se tiene  $0,3P$  y en la posterior  $0,2P$ .

Figura 22. Análisis según el peso del vehículo



Para la evaluación de las cargas se realiza un análisis en las tres posiciones.

### 3.2.3.3. Análisis de fuerzas en la posición máxima

El esquema del elevador en la posición máxima se muestra en la figura 23 y el diagrama de cuerpo libre en la figura 24.

<sup>5</sup>[books.google.com/books?id=gF7TV6c0Y6QC&pg=PA704&lpg=PA704&dq=cuanto+soportan+los+ejes+de+los+automoviles&source=bl&ots=PbRqe8qiHd&sig=Q7sd0oE8dDAadzSfJ11bnaMFS\\_M&hl=es&ei=BYcsTf\\_oCcWqIAfR4InGCg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=6&ved=0CDoQ6AEwBQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/books?id=gF7TV6c0Y6QC&pg=PA704&lpg=PA704&dq=cuanto+soportan+los+ejes+de+los+automoviles&source=bl&ots=PbRqe8qiHd&sig=Q7sd0oE8dDAadzSfJ11bnaMFS_M&hl=es&ei=BYcsTf_oCcWqIAfR4InGCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CDoQ6AEwBQ#v=onepage&q&f=false) DISTRIBUCION DE CARGAS EN LOS EJES



Figura 23. Esquema elevador posición máxima

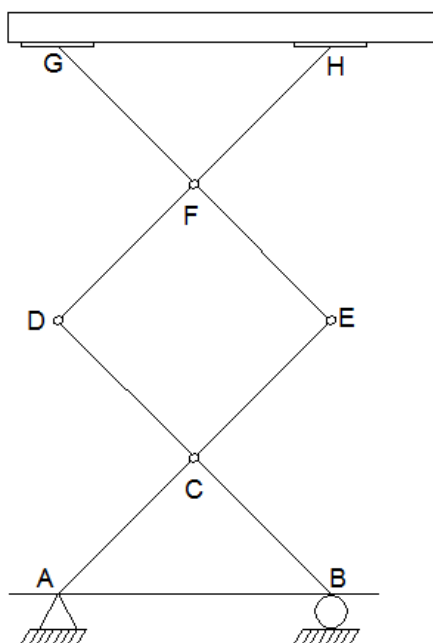
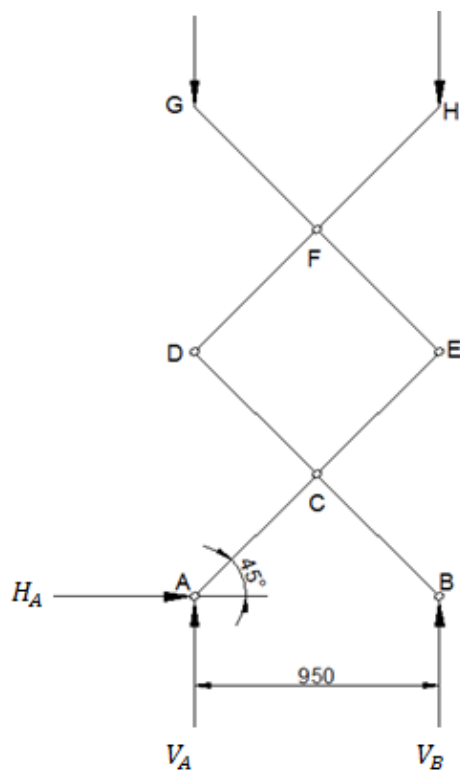


Figura 24. Diagrama de cuerpo libre en la posición máxima

$$F''_1 = 260 [kg]$$

$$F''_2 = 1040 [kg]$$



$$\sum F_X = 0$$

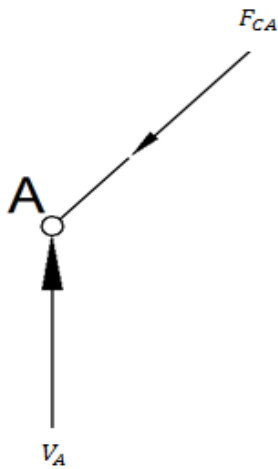
$$H_A = 0$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$V_A + V_B = 260 + 1040$$

$$V_A + V_B = 1300$$

**NODO A**



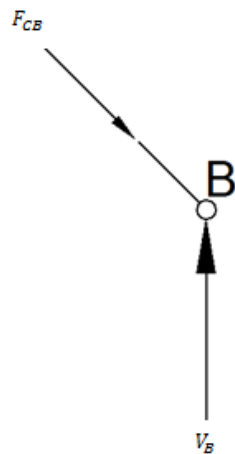
$$\sum F_Y = 0$$

$$V_A = F_{CA} * \sin 45^\circ$$

$$F_{CA} = \frac{260}{\sin 45^\circ}$$

$$F_{CA} = 367,7 \text{ [kg]}$$

**NODO B**



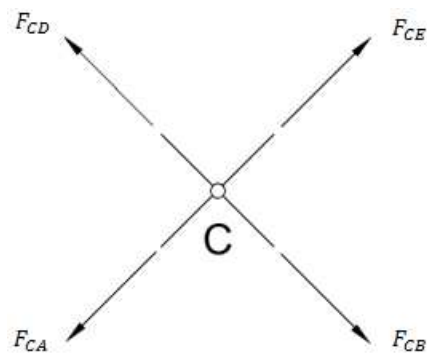
$$\sum F_Y = 0$$

$$V_B = F_{CB} * \sin 45^\circ$$

$$F_{CB} = \frac{1040}{\sin 45^\circ}$$

$$F_{CB} = 1470,78 \text{ [kg]}$$

**NODO C**



$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CE} * \sin 45^\circ + F_{CD} * \sin 45^\circ = F_{CB} * \sin 45^\circ + F_{CA} * \sin 45^\circ$$

$$F_{CE} + F_{CD} = 1470,78 + 367,7$$

$$2F_{CD} - 1103,08 = 1838,48$$

$$F_{CD} = 1470,78 \text{ [kg]}$$

$$F_{CE} = 1470,78 - 1103,08$$

$$F_{CE} = 367,7 \text{ [kg]}$$

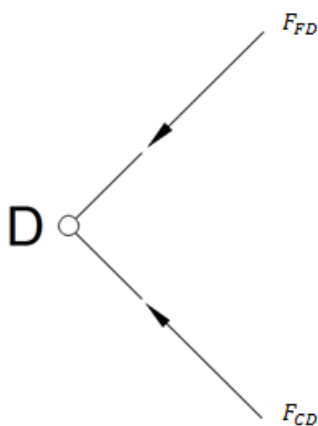
$$\sum F_X = 0$$

$$F_{CE} * \cos 45^\circ + F_{CB} * \cos 45^\circ = F_{CD} * \cos 45^\circ + F_{CA} * \cos 45^\circ$$

$$F_{CE} + 1470,78 = F_{CD} + 367,7$$

$$F_{CE} = F_{CD} - 1103,08$$

**NODO D**

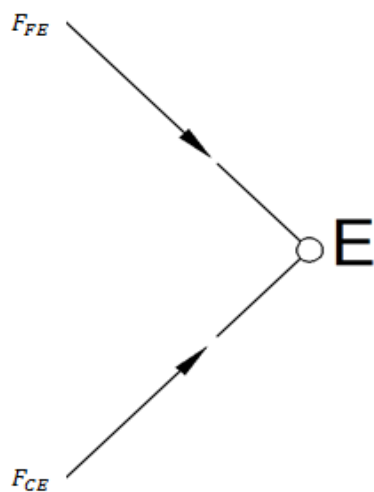


$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CD} \sin 45^\circ = F_{FD} * \sin 45^\circ$$

$$F_{FD} = 1470,78 \text{ [kg]}$$

**NODO E**

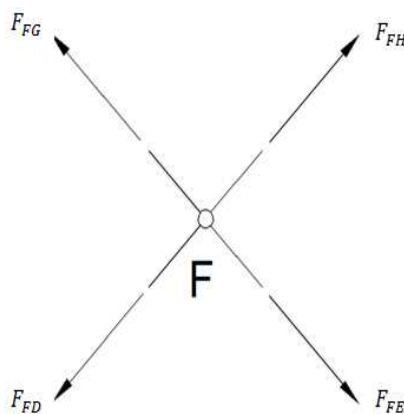


$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CE} \sin 45^\circ = F_{FE} * \sin 45^\circ$$

$$F_{FE} = 367,7 \text{ [kg]}$$

**NODO F**



$$\sum F_X = 0$$

$$F_{FH} * \cos 45^\circ + F_{FE} * \cos 45^\circ = F_{FG} * \cos 45^\circ + F_{FD} * \cos 45^\circ$$

$$F_{FH} + 367,7 = F_{FG} + 1470,78$$

$$F_{FH} = F_{FG} + 1103,08$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{FH} * \sin 45^\circ + F_{FG} * \sin 45^\circ = F_{FE} * \sin 45^\circ + F_{FD} * \sin 45^\circ$$

$$F_{FH} + F_{FG} = 367,7 + 1470,78$$

$$2F_{FG} + 1103,08 = 1838,48$$

$$F_{FG} = 367,7 \text{ [kg]}$$

$$F_{FH} = 367,7 + 1103,08$$

$$F_{FH} = 1470,78 \text{ [kg]}$$

#### 3.2.3.4. Análisis de fuerzas en la posición media

El esquema del elevador en la posición media se muestra en la figura 25 y el diagrama de cuerpo libre en la figura 26.

Figura 25. Esquema elevador posición media

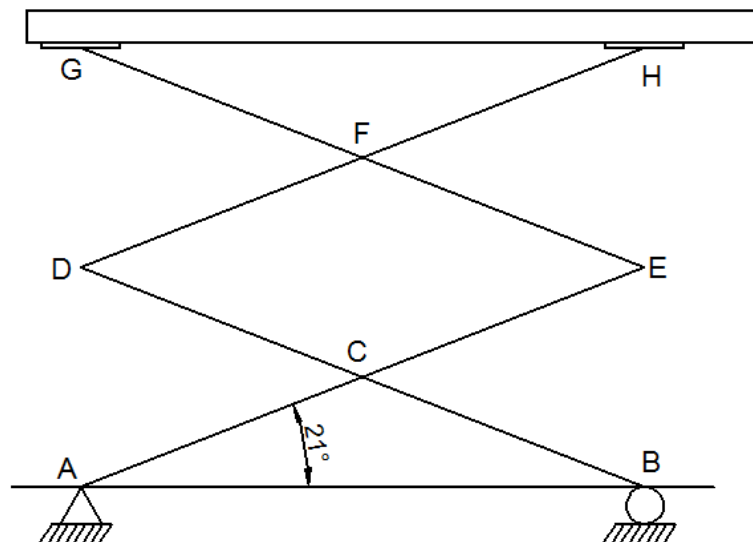
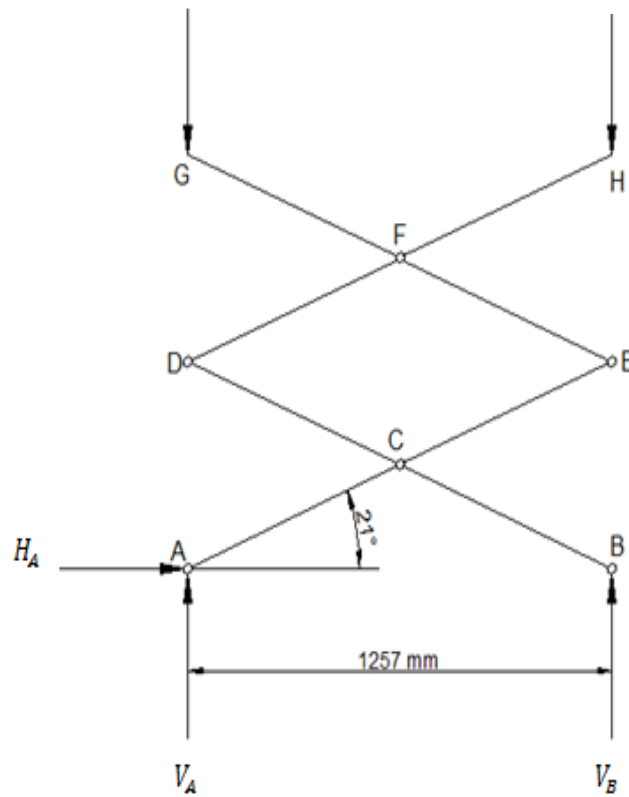


Figura 26. Diagrama de cuerpo libre en la posición media

$$F''''_1 = 520 \text{ [kg]}$$

$$F''''_2 = 780 \text{ [kg]}$$



$$\sum F_X = 0$$

$$H_A = 0$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$V_A + V_B = 520 + 780$$

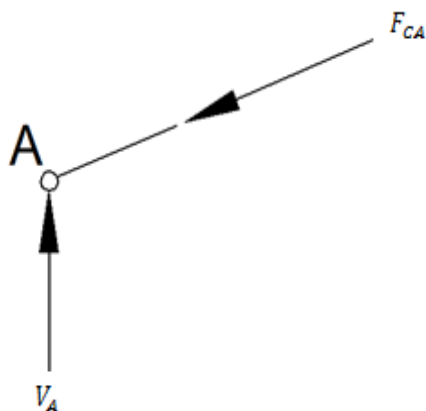
$$V_A + V_B = 1300$$

$$\sum M_A = 0$$

$$V_B * 1257 = F''''_2 * 1257$$

$$V_B = 780 \text{ [kg]}$$

NODO A



$$\sum F_Y = 0$$

$$V_A = F_{CA} * \sin 21^\circ$$

$$F_{CA} = \frac{520}{\sin 21^\circ}$$

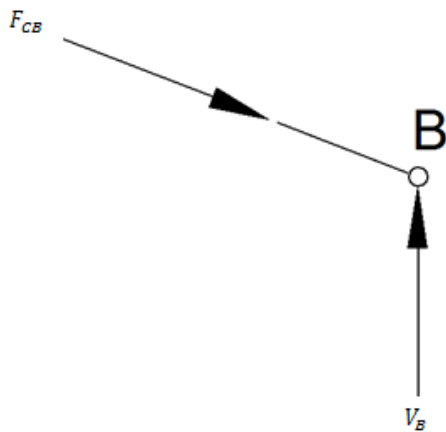
$$F_{CA} = 1451,02 \text{ [kg]}$$

$$V_A = 1300 - V_B$$

$$V_A = 1300 - 780$$

$$V_A = 520 \text{ [kg]}$$

**NODO B**



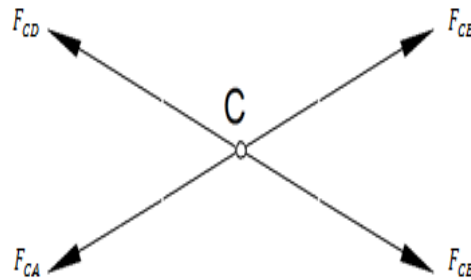
$$\sum F_Y = 0$$

$$V_B = F_{CB} * \sin 21^\circ$$

$$F_{CB} = \frac{780}{\sin 21^\circ}$$

$$F_{CB} = 2176,53 \text{ [kg]}$$

**NODO C**



$$\sum F_X = 0$$

$$F_{CE} * \cos 21^\circ + F_{CB} * \cos 21^\circ = F_{CD} * \cos 21^\circ + F_{CA} * \cos 21^\circ$$

$$F_{CE} + 2176,53 = F_{CD} + 1451,02$$

$$F_{CE} = F_{CD} - 725,51$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CE} * \sin 21^\circ + F_{CD} * \sin 21^\circ = F_{CB} * \sin 21^\circ + F_{CA} * \sin 21^\circ$$

$$F_{CE} + F_{CD} = 2176,53 + 1451,02$$

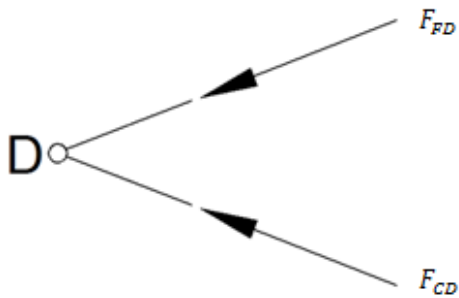
$$2F_{CD} - 725,51 = 3627,55$$

$$F_{CD} = 2176,53 \text{ [kg]}$$

$$F_{CE} = 2176,53 - 725,51$$

$$F_{CE} = 1451,02 \text{ [kg]}$$

NODO D

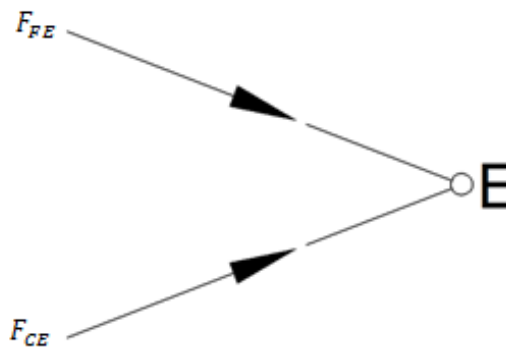


$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CD} \sin 21^\circ = F_{FD} * \sin 21^\circ$$

$$F_{FD} = 2176,53 \text{ [kg]}$$

NODO E



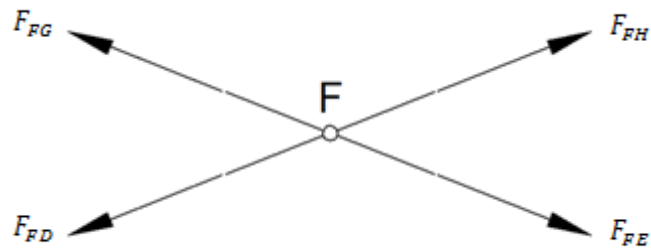
$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CE} \sin 21^\circ = F_{FE} * \sin 21^\circ$$

$$F_{FE} = 1451,02 \text{ [kg]}$$



**NODO F**



$$\sum F_X = 0$$

$$F_{FH} * \cos 21^\circ + F_{FE} * \cos 21^\circ = F_{FG} * \cos 21^\circ + F_{FD} * \cos 21^\circ$$

$$F_{FH} + 1451,02 = F_{FG} + 2176,53$$

$$F_{FH} = F_{FG} + 725,51$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{FH} * \sin 21^\circ + F_{FG} * \sin 21^\circ = F_{FE} * \sin 21^\circ + F_{FD} * \sin 21^\circ$$

$$F_{FH} + F_{FG} = 1451,02 + 2176,53$$

$$2F_{FG} + 725,51 = 6327,55$$

$$F_{FG} = 1451,02 \text{ [kg]}$$

$$F_{FH} = 1451,02 + 725,51$$

$$F_{FH} = 2176,53 \text{ [kg]}$$

### 3.2.3.5. Análisis de fuerzas en la posición baja

El esquema del elevador en la posición baja se muestra en la figura 27 y el diagrama de cuerpo libre en la figura 28.

Figura 27. Esquema elevador posición baja

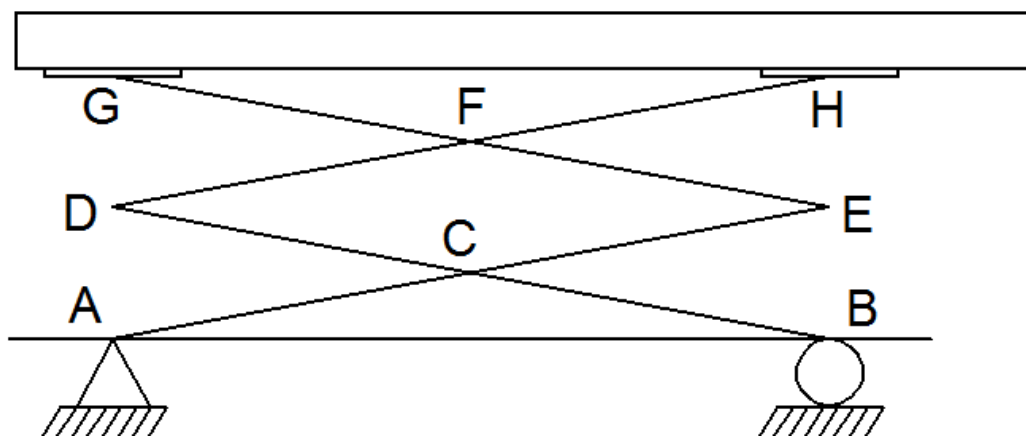
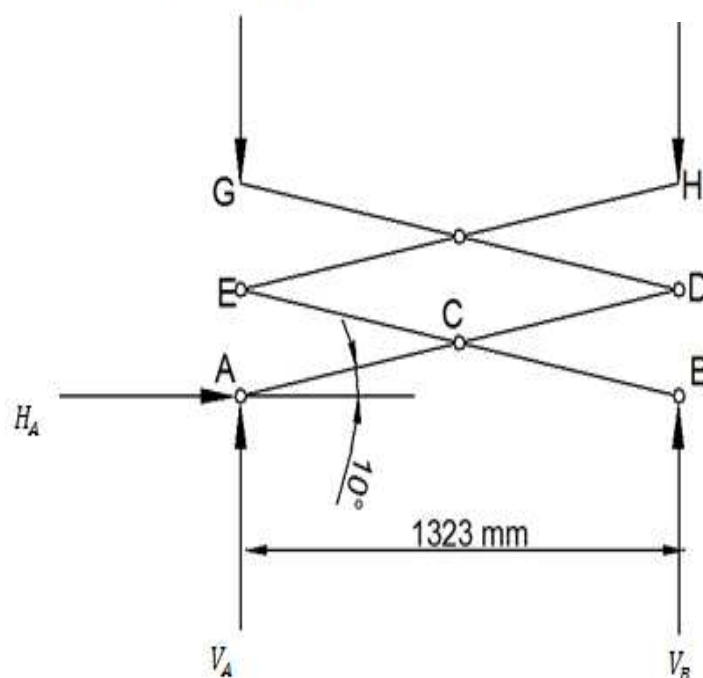


Figura 28. Diagrama de cuerpo libre en la posición baja

$$F''''_1 = 650 [kg]$$

$$F''''_2 = 650 [kg]$$



$$\sum F_X = 0$$

$$H_A = 0$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$V_A + V_B = 650 + 650$$

$$V_A + V_B = 1300$$

$$\sum M_A = 0$$

$$V_B * 1323 = F''_2 * 1323$$

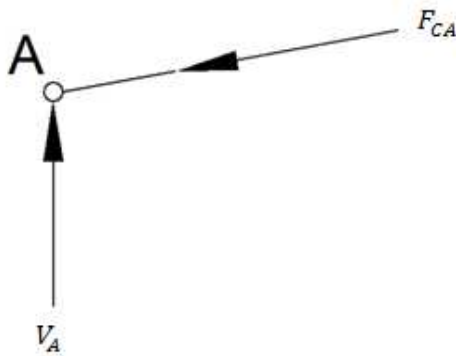
$$V_B = 650 \text{ [kg]}$$

$$V_A = 1300 - V_B$$

$$V_A = 1300 - 650$$

$$V_A = 650 \text{ [kg]}$$

NODO A



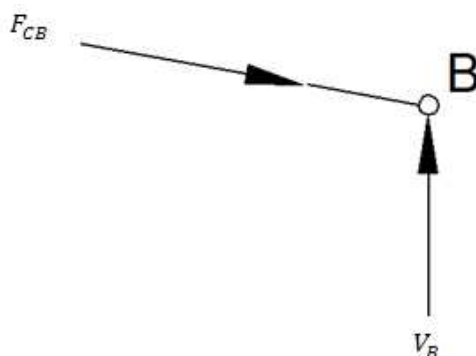
$$\sum F_Y = 0$$

$$V_A = F_{CA} * \sin 10^\circ$$

$$F_{CA} = \frac{650}{\sin 10^\circ}$$

$$F_{CA} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

NODO B



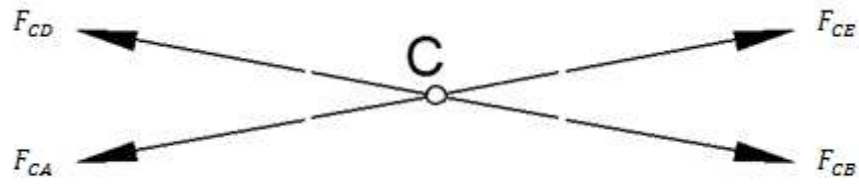
$$\sum F_Y = 0$$

$$V_B = F_{CB} * \sin 10^\circ$$

$$F_{CB} = \frac{650}{\sin 10^\circ}$$

$$F_{CB} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

## NODO C



$$\sum F_X = 0$$

$$F_{CE} * \cos 10^\circ + F_{CB} * \cos 10^\circ = F_{CD} * \cos 10^\circ + F_{CA} * \cos 10^\circ$$

$$F_{CE} + 3743,2 = F_{CD} + 3743,2$$

$$F_{CE} = F_{CD}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CE} * \sin 10^\circ + F_{CD} * \sin 10^\circ = F_{CB} * \sin 10^\circ + F_{CA} * \sin 10^\circ$$

$$F_{CE} + F_{CD} = 3743,2 + 3743,2$$

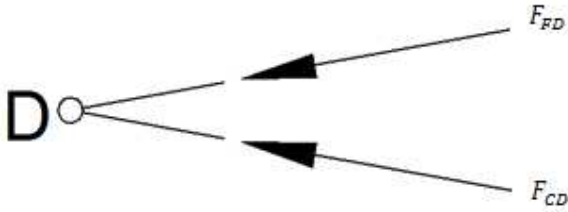
$$2F_{CD} = 7486,4$$

$$F_{CD} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

$$F_{CE} = F_{CD}$$

$$F_{CE} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

NODO D

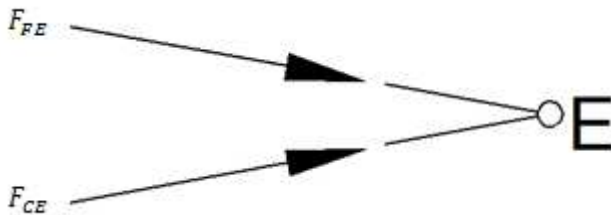


$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CD} \sin 10^\circ = F_{FD} * \sin 10^\circ$$

$$F_{FD} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

NODO E

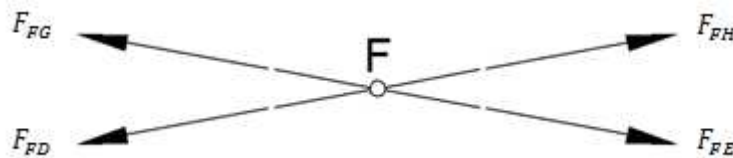


$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{CE} \sin 10^\circ = F_{FE} * \sin 10^\circ$$

$$F_{FE} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

NODO F



$$\sum F_X = 0$$

$$F_{FH} * \cos 10^\circ + F_{FE} * \cos 10^\circ = F_{FG} * \cos 10^\circ + F_{FD} * \cos 10^\circ$$

$$F_{FH} + 3743,2 = F_{FG} + 3743,2$$

$$F_{FH} = F_{FG}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{FH} * \sin 10^\circ + F_{FG} * \sin 10^\circ = F_{FE} * \sin 10^\circ + F_{FD} * 10$$

$$F_{FH} + F_{FG} = 3743,2 + 3743,2$$

$$2F_{FG} = 7486,4$$

$$F_{FG} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

$$F_{FH} = F_{FG}$$

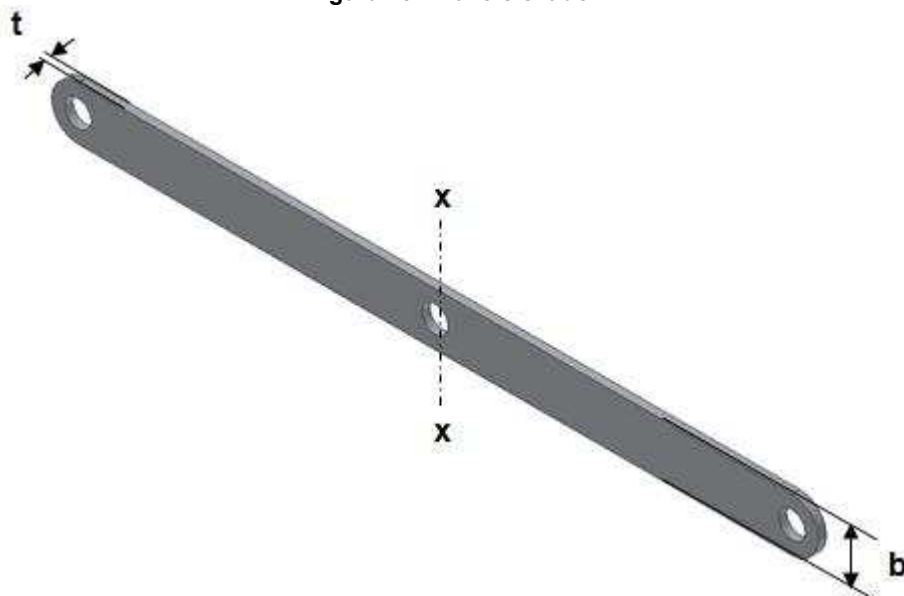
$$F_{FH} = 3743,2 \text{ [kg]}$$

### 3.2.4. Cálculo de la esbeltez de los brazos del elevador

Se asume los siguientes parámetros (Ver figura 29).

- *Ancho del brazo elevador* ( $b$ ) = 10 [cm]
- *Espesor del brazo elevador* ( $t$ ) = 1,5 [cm]
- $k = 1$

Figura 29. Brazo elevador



$$I_{xx} = \frac{b * t^3}{12}$$

$$I_{xx} = \frac{10 * 1.5^3}{12} = 2,81 \text{ cm}^4$$

$$A = b * t$$

$$A = 10 * 1.5 = 15 \text{ cm}^2 = 2,33 \text{ pulg}^2$$

$$r_{xx} = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r_{xx} = r_{min} = \sqrt{\frac{2,81}{15}} = 0,43 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{k * L}{r_{min}}$$

$$\lambda = \frac{1 * 67,2}{0,43} = 155,19 \text{ cm}$$

$$F_a = 6,22 \text{ KSI}$$

$$P = 3743,2 \text{ kg} = 8,24 \text{ Klb}$$

$$f_a = \frac{P}{A}$$

$$f_a = \frac{8,24}{2,33} = 3,54 \text{ KSI}$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{3,54}{6,22} = 0,569 \approx 0.6 = I_a$$

### 3.2.5. Cálculo de la placa (atiezador superior)

Los parámetros son:

- $a = 34 \text{ [cm]}$
- $b = 25 \text{ [cm]}$

- $q = 83,2 \left[ \frac{kg}{cm} \right] = 81536,00 \left[ \frac{N}{m} \right]$

Gracias al programa MD SOLID se obtiene el momento máximo (Ver figuras 30, 31 y 32)

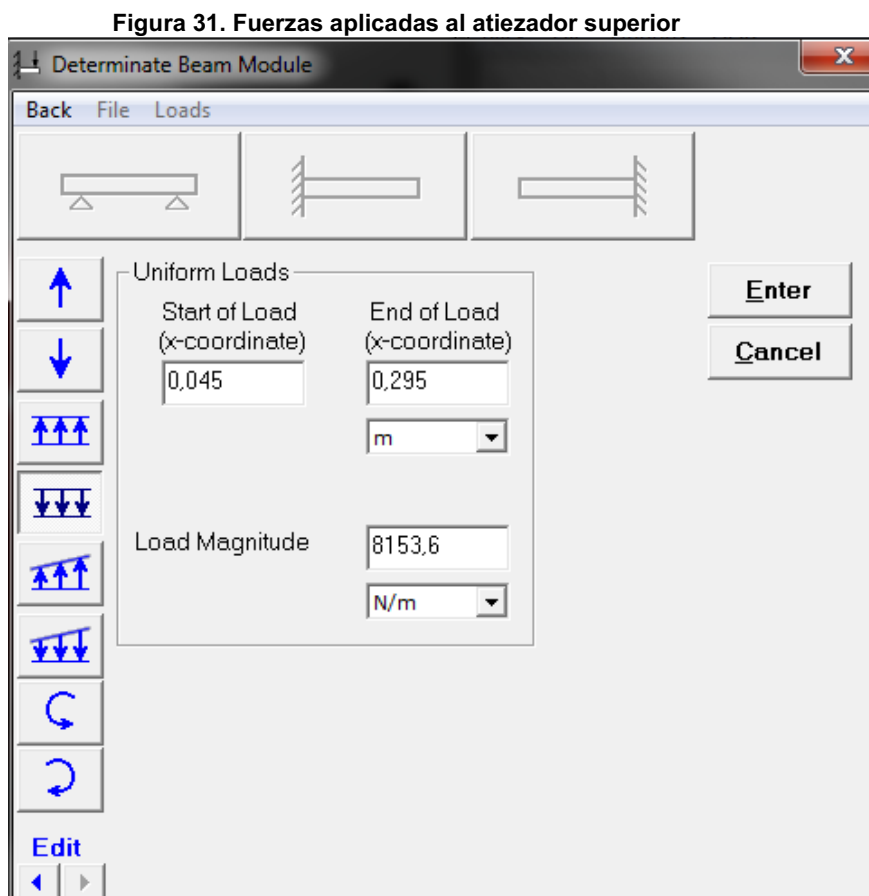
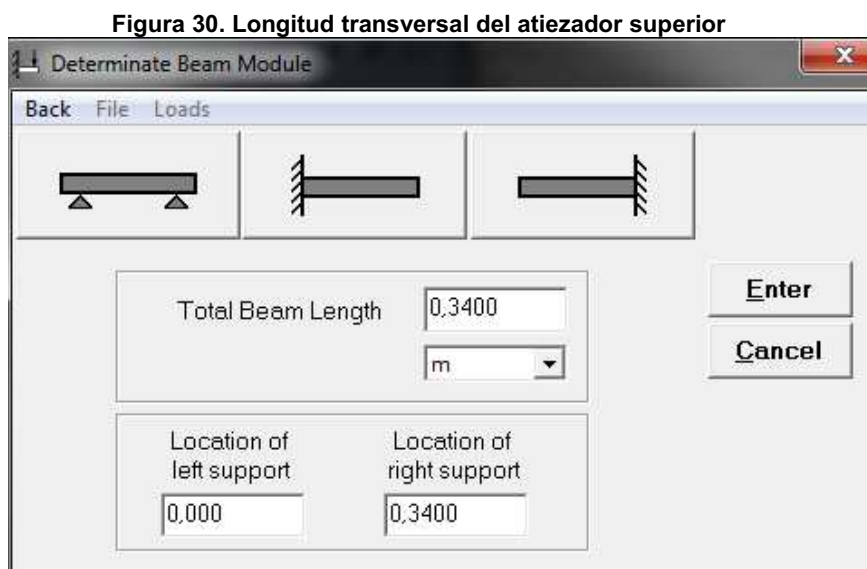
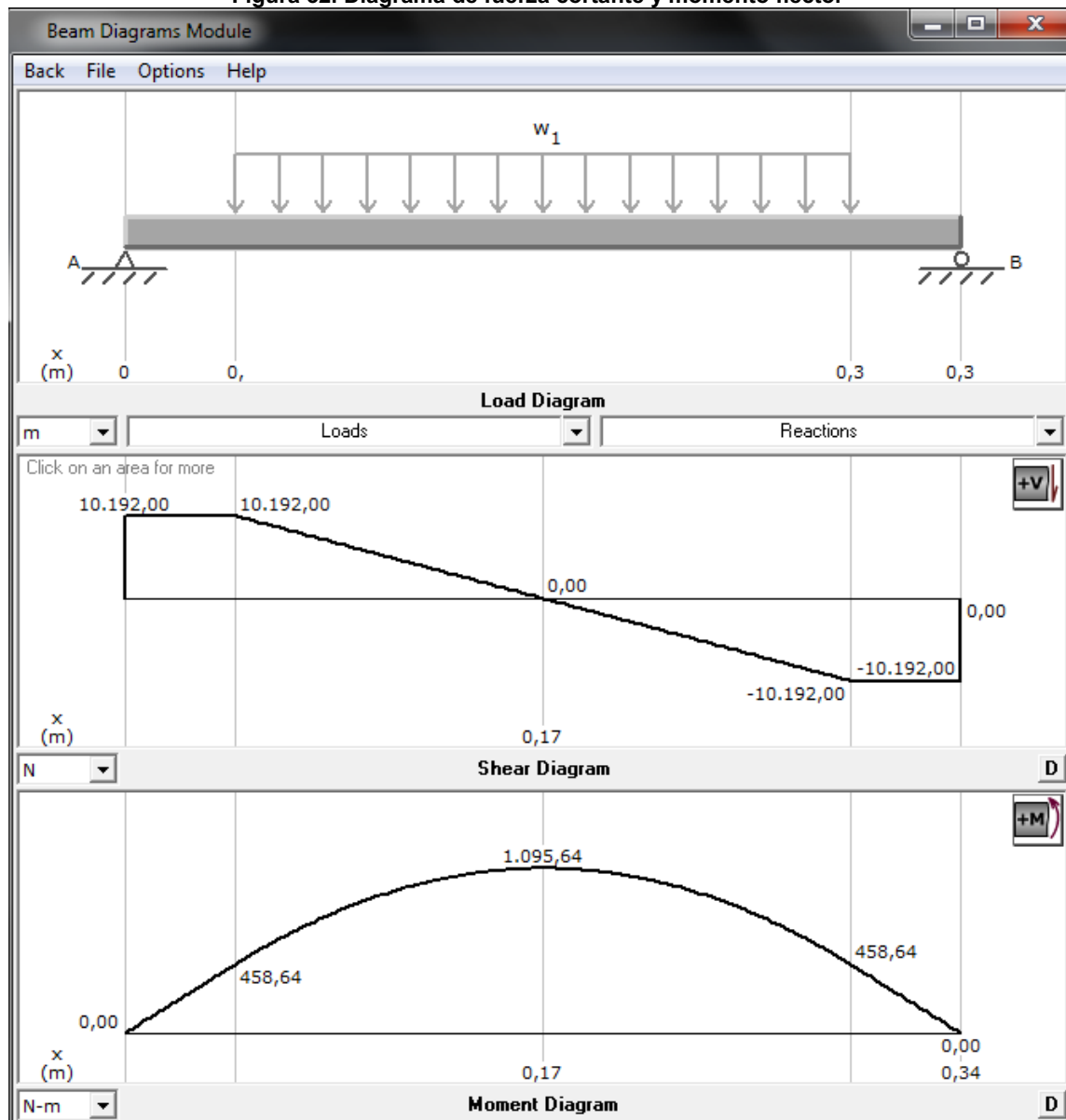




Figura 32. Diagrama de fuerza cortante y momento flector



$$\sigma = \frac{M_{maxx} * C}{I} = \frac{M_{maxx}}{S_X} \leq [\sigma] \leq 18 \text{ KSI} = 1268,18 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$S_X = \frac{M_{maxx}}{[\sigma]} = \frac{11180 [\text{kg} * \text{cm}]}{1268,18 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]} = 8,82 [\text{cm}^3]$$

$$I_{xx} = \frac{b * t^3}{12}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

$$S_x = \frac{I}{C} = \frac{\frac{b * t^3}{12}}{\frac{t}{2}} = \frac{b * t^2}{6}$$

$$t = \sqrt{\frac{S_x * 6}{b}}$$

$$t = \sqrt{\frac{8,82 [cm^3] * 6}{25[cm]}} = 1.45 [cm]$$

### 3.2.6. Cálculo de la placa (atiezador inferior)

Los parámetros para la obtención del momento máximo y su desarrollo son (Ver figuras 33, 34 y 35):

- $b = 48 [cm]$
- $q = 216,666 \left[ \frac{kg}{cm} \right] = 2210,88 \left[ \frac{N}{m} \right]$

Figura 33. Longitud transversal del atiezador inferior

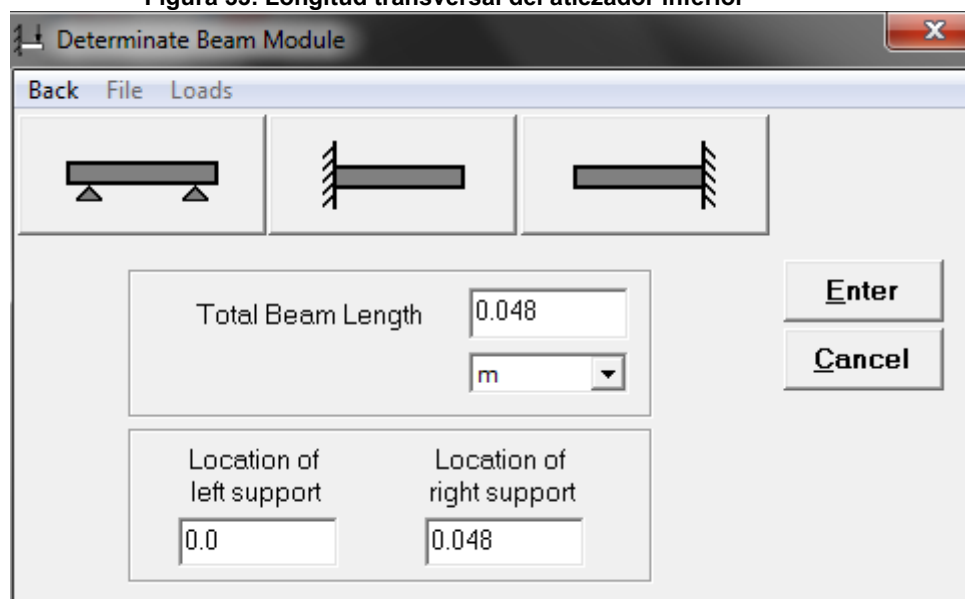


Figura 34. Fuerzas aplicadas al atizador inferior

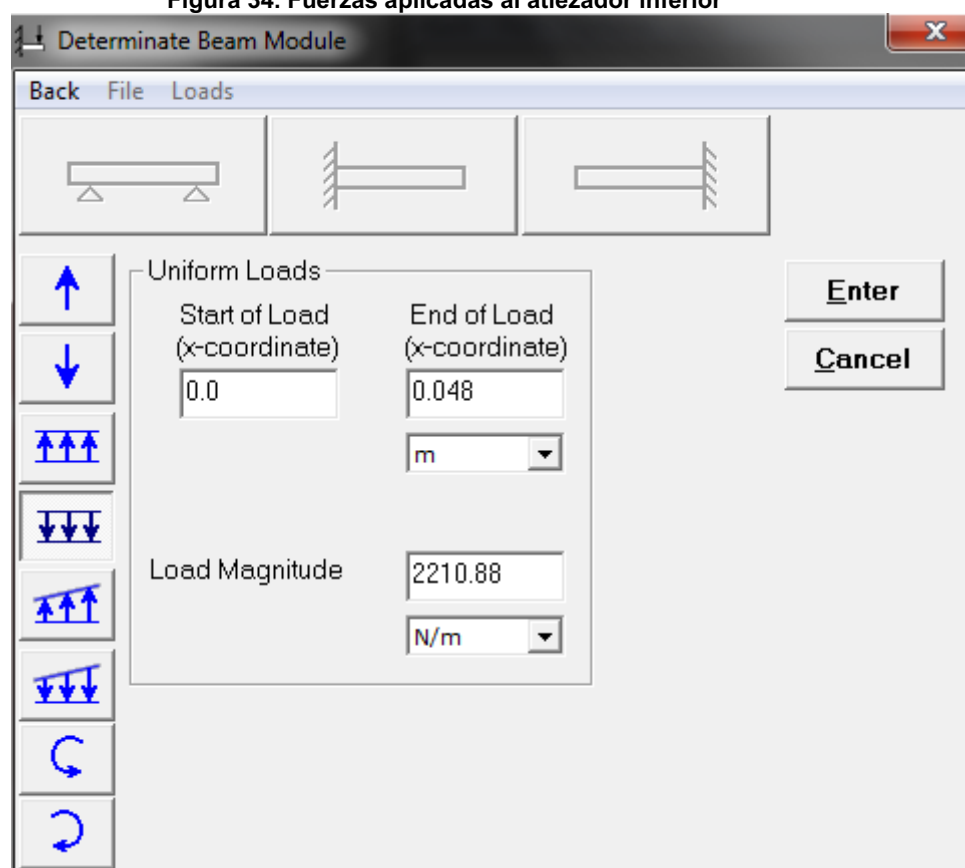
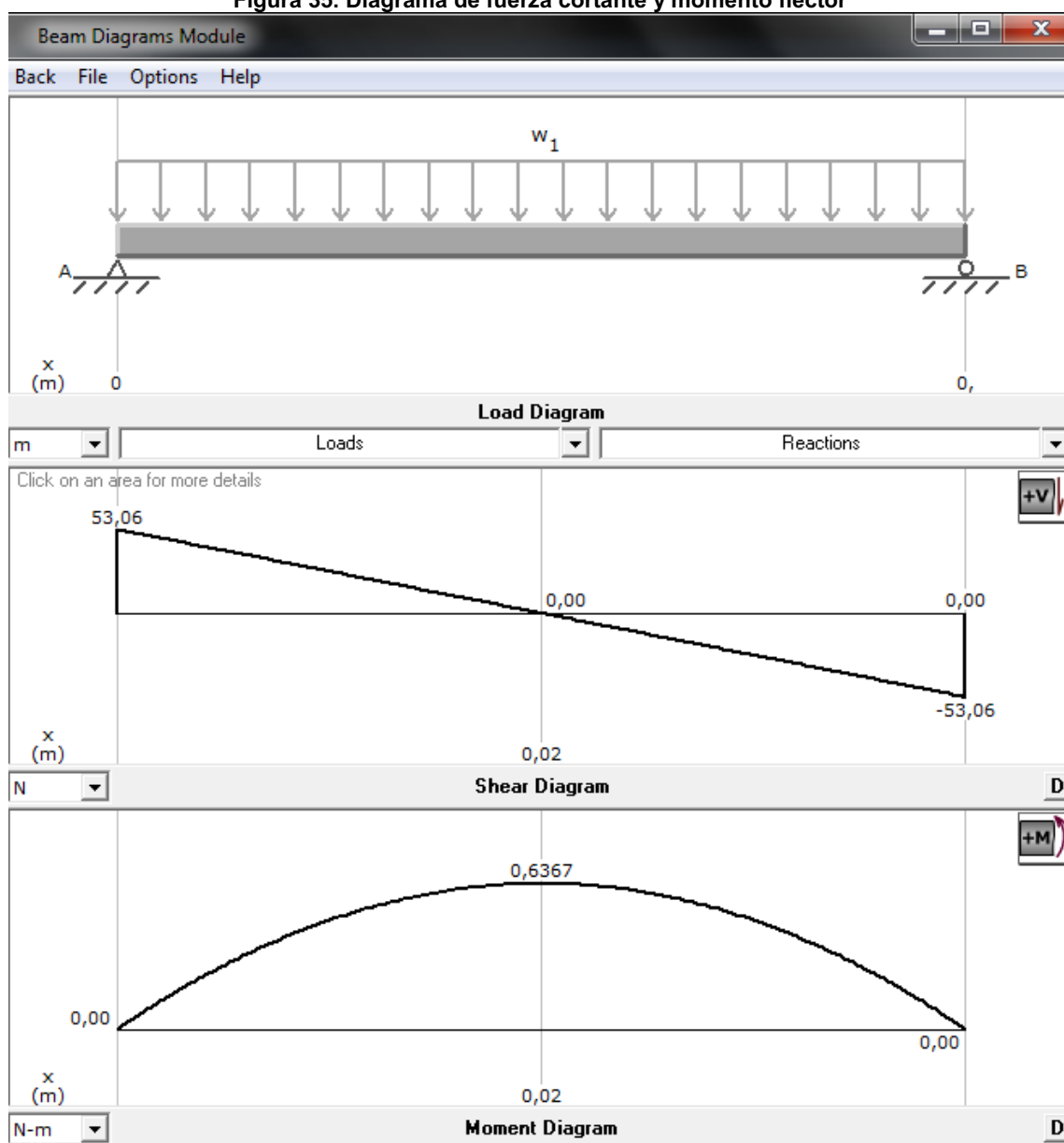


Figura 35. Diagrama de fuerza cortante y momento flector



$$\sigma = \frac{M_{maxx} * C}{I} = \frac{M_{maxx}}{S_x} \leq [\sigma] \leq 18 \text{ KSI} = 1268,18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S_x = \frac{M_{maxx}}{[\sigma]} = \frac{62400[\text{kg} * \text{cm}]}{1268,18} = 49,2 [\text{cm}^3]$$

$$I_{xx} = \frac{b * t^3}{12}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

$$S_x = \frac{I}{c} = \frac{\frac{b * t^3}{12}}{\frac{t}{2}} = \frac{b * t^2}{6}$$

$$t = \sqrt{\frac{S_x * 6}{b}}$$

$$t = \sqrt{\frac{49,2 [cm^3] * 6}{48[cm]}} = 0,78 [cm]$$

$$t = 0,8 [cm] \approx 8 [mm]$$

### 3.2.7. Cálculo del pasador para los nodos

Consideraciones para el pasador de las articulaciones (Ver figura 36):

- Acero de transmisión SAE - 7040
- Límite de fluencia  $S_y = 3100 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$
- Factor de diseño  $F.S = 2,9$



$$\tau = \frac{F}{A} \leq [\tau]$$

$$[\tau] = \frac{S_{S_y}}{F.S}^6$$

$$S_{S_y} = 0.5 * S_y$$

<sup>6</sup> F. SOKOLOV, P. USOV; Mecánica Industrial; 1<sup>era</sup> reimpresión; Editorial MIR-MOSCU; 1976; págs. 357-358.

$$[\tau] = \frac{0.5 (3100)}{2,9} = 534,48 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$[\tau] = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{[\tau]} = \frac{3743,2 [kg]}{534,48 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]} = 7,003 [cm^2]$$

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

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 7,003}{\pi}} = 2,986 [cm] \approx 3,0 [cm]$$

### 3.2.8. Diseño a fatiga del pasador de las articulaciones.

El diseño a fatiga considera:

- La vida útil de la máquina: 10 años
- Uso diario: 10 mantenimientos vehículos/día

El ciclo completo del elevador es ascender hasta su carrera máxima y descender hasta su carrera mínima.

Ciclos al día:

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{día}} = 2 * \text{Uso diario}$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{día}} = 2 * 10 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{día}} \right]$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{día}} = 20 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{día}} \right]$$

Ciclos a la semana:

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{semana}} = 20 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{día}} \right] * 5 \left[ \frac{\text{días}}{\text{semana}} \right]$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{semana}} = 100 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{semana}} \right]$$

Ciclos al mes:

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{mes}} = 100 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{semana}} \right] * 4 \left[ \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} \right]$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{mes}} = 400 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{mes}} \right]$$

Ciclos al año:

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{año}} = 400 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{mes}} \right] * 12 \left[ \frac{\text{mes}}{\text{año}} \right]$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{año}} = 4800 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{año}} \right]$$

Ciclos en la vida útil (10 años):

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{año}} = 4800 \left[ \frac{\text{mantenimientos vehículos}}{\text{año}} \right] * 10[\text{años}]$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{año}} = 48000 [\text{mantenimientos de vehículos}]$$

Los ciclos durante la vida útil del elevador no sobrepasa el millón de ciclos no es necesario realizar un análisis por fatiga de los pasadores.

### 3.2.9. Cálculo del bocín para articulaciones

Consideraciones:

- Material Bronce Fosfórico *SAE – 40*
- Límite de Fluencia  $S_y = 1500 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$
- Factor de diseño  $F.S = 2,9$
- Lubricación al límite

El área de contacto igual a la mitad de la circunferencia y los parámetros:

- $P = 650 [kg]$
- $\theta = 180^\circ = \pi [rad]$

$$A_c = \theta * r * L_c$$

$$A_c = \pi * 1,5[cm] * 3,75 [cm]$$

$$A_c = 17,6714 [cm^2]$$

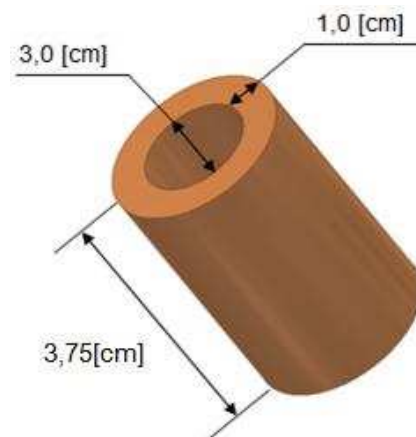
$$P = p_{max} * A_c$$

$$650 [kgr] = p_{max} * 17,6714 [cm^2]$$

$$p_{max} = 36,7824 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

Para el cálculo del espesor del bocín se asume  $p_{max}$  en toda su pared, por lo que se tiene un cilindro de pared delgada (Ver figura 37).

Figura 37. Bocín articulaciones



$$\sigma_t = \frac{p_{max} * R}{t} \leq [\sigma]$$

$$[\sigma] = \frac{S_{Sy}}{F.S}$$

$$[\sigma] = \frac{0,5S_y}{F.S}$$



$$[\sigma] = \frac{0,5 * (1500)}{2,9}$$

$$[\sigma] = 258,6206 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$[\sigma] = \frac{p_{max} * R}{t}$$

$$258,6206 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right] = \frac{36,7824 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right] * R}{R - r}$$

$$2,405 = \frac{R}{R - 1,5 [cm]}$$

$$7,031 * R - 7,031 * 1,5 [cm] = R$$

$$R = 1,75 [cm] \approx 2 [cm]$$

$$t = R - r$$

$$t = 2 [cm] - 1,5 [cm]$$

$$t = 0,5 [cm]$$

### 3.2.10. Cálculo de las chumaceras para el Pasador Fijo

En la figura 38 se muestra un esquema del pasador fijo para el cálculo de las chumaceras.

Figura 38. Esquema pasador fijo

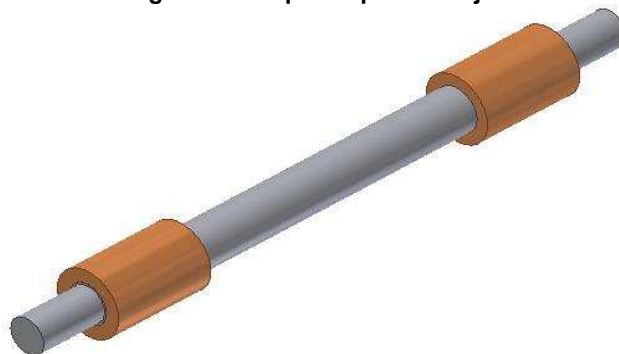
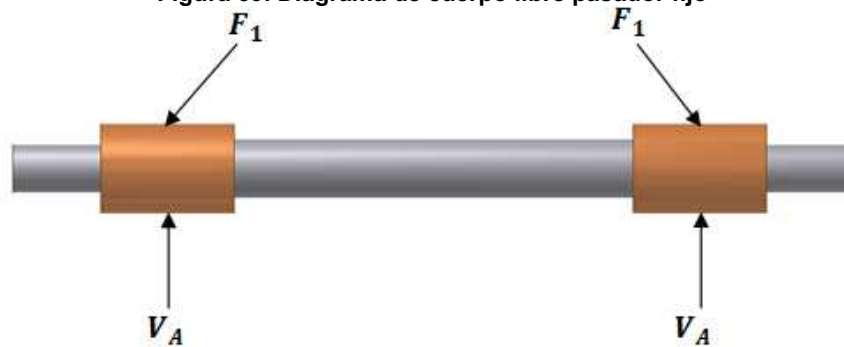


Figura 39. Diagrama de cuerpo libre pasador fijo



En el cálculo de las chumaceras se toma las máximas fuerzas que soporta el pasador (Ver figura 39):

$$F_1 = 3743,2 \text{ [kg]}$$

$$V_A = 650$$

$$r = 25 \text{ [mm]}$$

$$F_{1y} = F_1 * \sin 10^\circ$$

$$F_{1y} = 649,99 \text{ [kg]} \approx 650 \text{ [kg]}$$

$$F_{1z} = F_1 * \cos 10^\circ$$

$$F_{1z} = 3686,33 \text{ [kg]}$$

$$Mx_{F1z} = F_{1z} * 25 \text{ [mm]}$$

$$Mx_{F1z} = 3686,33 \text{ [kg]} * 25 \text{ [mm]}$$

$$Mx_{F1z} = 92158,25 \text{ [kg * mm]}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{Ay} + 2V_A - R_{By} - 2F_{1y} = 0$$

$$R_{Ay} - R_{By} = 2 * 650 \text{ [kg]} - 2 * 650 \text{ [kg]}$$

$$R_{Ay} - R_{By} = 0$$

$$R_{Ay} = R_{By}$$

$$\sum F_z = 0$$

$$F_{1z} - F_{1z} - R_{Az} + R_{Bz} = 0$$

$$R_{Bz} - R_{Az} = 0$$

$$R_{Bz} = R_{Az}$$

$$\sum M_{Ax} = 0$$

$$M_{F1z} = M_{F1z}$$

$$\sum M_{Ay} = 0$$

$$-F_{1z} * 45 [mm] + F_{1z} * 385 [mm] = R_{Bz} * 430 [mm]$$

$$R_{Bz} = \frac{-3686,33 [kg] * 45 [mm] + 3686,33 [kg] * 385 [mm]}{430 [mm]}$$

$$R_{Bz} = 2914,77 [kg]$$

$$\sum M_{Az} = 0$$

$$V_A * 45 [mm] - F_{1y} * 45 [mm] + V_A * 395 [mm] - F_{1y} * 395 [mm] = -R_{By} * 430 [mm]$$

$$R_{By} = 0$$

Velocidad angular

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

$$\omega = \frac{180^\circ [grados]}{45 [seg]}$$

$$\omega = 0,666[\text{rpm}] = n_D$$

Para la obtención de la chumacera se toman los siguientes datos:

$$\text{Fuerza ejercida} = 2914,77 [\text{kg}] = 6412,5 [\text{lb}]$$

$$\text{Factor de aplicación} = 1$$

$$\text{Confiabilidad} = 99\%$$

$$\text{Vida nominal} = L_R = 3000 [\text{horas}]^7$$

$$\text{Velocidad nominal} = n_R = 500 [\text{rpm}]^6$$

$$\text{Vida nominal para el diseño} = L_D = 19200 [\text{horas}]$$

$$\text{Velocidad nominal para el diseño} = n_D = 0,666 [\text{rpm}]$$

$$\text{Para cojinetes de bolas } a = 3$$

$$C_R = n * F * \left[ \left( \frac{L_D}{L_R} \right) \left( \frac{n_D}{n_R} \right) \left( \frac{1}{6,84} \right) \right]^{1/a} * \frac{1}{\left[ \ln \left( \frac{1}{R} \right)^{\frac{1}{1,17*a}} \right]^8}$$

$$C_R = 1 * 6412,51[\text{lb}] * \left[ \left( \frac{19200[\text{h}]}{3000[\text{h}]} \right) \left( \frac{0,666[\text{rpm}]}{500[\text{rpm}]} \right) \left( \frac{1}{6,84} \right) \right]^{1/3} * \frac{1}{\left[ \ln \left( \frac{1}{0,99} \right)^{\frac{1}{1,17*3}} \right]}$$

$$C_R = 2559,93 [\text{lb}]$$

$$C_R = 11,386 [\text{kN}]$$

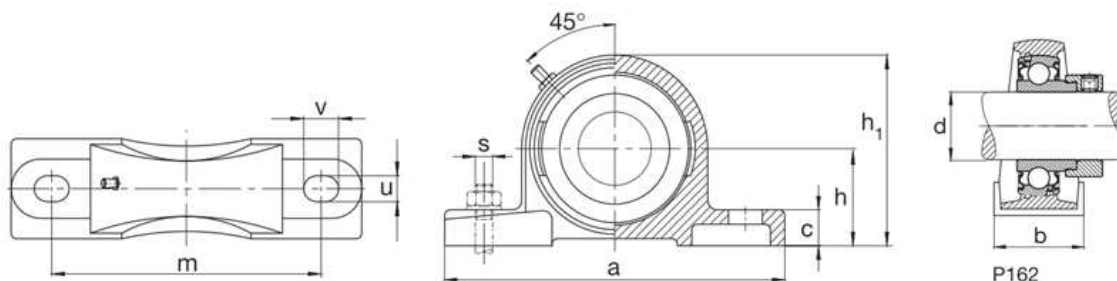
Con la carga dinámica obtenida se procede a la selección de la chumacera en el catálogo 41500/2 SA de la FAG.

<sup>7</sup> Shigley; "Manual de Diseño Mecánico"; McGRAW-HILL; México 1989; pág. 522

<sup>8</sup> Ibid; pág. 523

Unidades FAG con rodamiento S (Unidad SG con soporte de fundición gris) para  $C_R = 11,386 [kN]$  se obtiene los siguientes valores (Ver figura 40).

Figura 40. Parámetros de la chumacera



**Diámetro del eje  $d = 26,988 [mm]$**

$$D = 62 [mm]$$

$$a = 165 [mm]$$

$$b = 48 [mm]$$

$$c = 17 [mm]$$

$$h = 42,9 [mm]$$

$$h_1 = 83 [mm]$$

$$m = 121 [mm]$$

$$u = 14 [mm]$$

$$v = 19 [mm]$$

Para este tipo de chumaceras se encuentran especificados en el catálogo los datos funcionales:

**Tornillo de fijación  $s = M12 [mm] \approx 1/2 [pulg]$**

**Denominación Abreviada = P16206.101<sup>9</sup>**

<sup>9</sup> [www.baleromex.com/catalogos/C-FAG.pdf](http://www.baleromex.com/catalogos/C-FAG.pdf); página 262

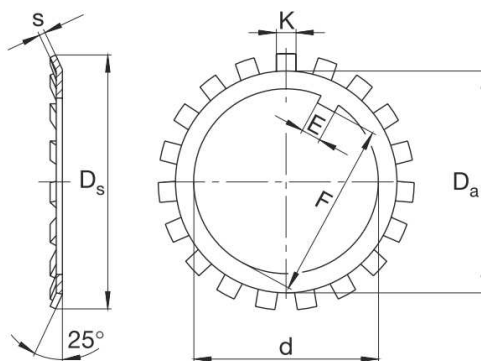
***Peso de rodamiento y soporte = 1,33 [kg]***

### 3.2.11. Selección de seguros de los pasadores de los nodos C, D, E y F.

Se toma en consideración el diámetro del pasador de  $d = 30 \text{ mm}$  y a la elección de los seguros según el catalogo de la FAG (Ver figura 41).

- Chapas de seguridad FAG (Series MB)

**Figura 41. Parámetros de la chapa de seguridad**



***Diámetro del eje  $d = 30 \text{ [mm]}$***

$$***D_s = 49 \text{ [mm]}***$$

$$***D_a = 38 \text{ [mm]}***$$

$$***s = 1,25 \text{ [mm]}***$$

$$***E = 5 \text{ [mm]}***$$

$$***F = 27,5 \text{ [mm]}***$$

$$***K = 5 \text{ [mm]}***$$

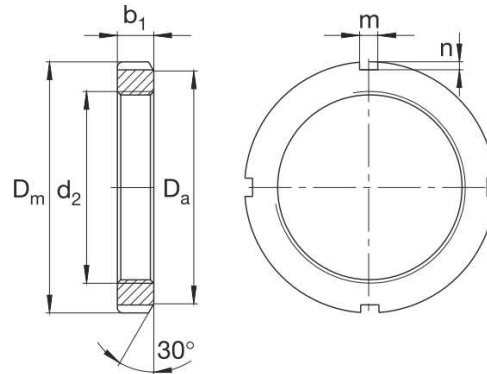
Para este tipo de chapas se encuentran especificados en el catálogo los datos funcionales:

***Denominación Abreviada = MB6***

***Peso de chapas  $\approx 100 \text{ unidades} = 0,78 \text{ [kg]}$***

- Tuerca de Fijación y Extracción FAG (Series KM) (Ver figura 42).

Figura 42. Parámetros de la tuerca y extracción de seguridad



***Diámetro del eje  $d = 30$  [mm]***

$$***D_m = 45*** [mm]$$

$$***b_1 = 7*** [mm]$$

$$***D_a = 38*** [mm]$$

$$***m = 5*** [mm]$$

$$***n = 2*** [mm]$$

Para este tipo de tuercas se encuentran especificados en el catálogo los datos funcionales:

***Denominación Rosca = M30x1,5***

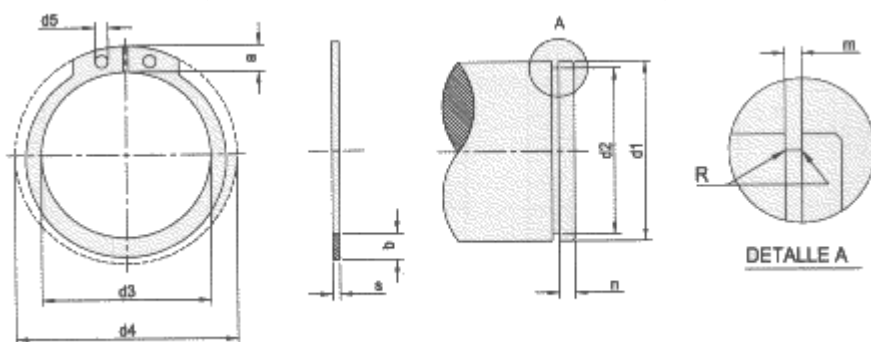
***Denominación Abreviada = KM6***

***Peso de tuerca  $\approx 0,043$  [kg]***

### 3.2.12. Selección del anillo de seguridad

Para el diámetro del pasador de  $d = 30 \text{ mm}$  procede a la elección de los anillos de seguridad según la norma DIN 471<sup>10</sup>. (Ver figura 43)

Figura 43. Parámetros de los anillos de seguridad



**Diámetro del eje  $d = 30 \text{ [mm]}$**

$$S = 1,5 \text{ [mm]}$$

$$a = 5 \text{ [mm]}$$

$$b = 3,5 \text{ [mm]}$$

$$d_3 = 27,9 \text{ [mm]}$$

$$\text{Tolerancia} = +0,21, \quad -0,42 \text{ [mm]}$$

$$d_4 = 40,5 \text{ [mm]}$$

$$d_5 = 2 \text{ [mm]}$$

$$d_2 = 40,5 \text{ [mm]}$$

$$\text{Tolerancia} = h12, \quad 0, \quad +0,21 \text{ [mm]}$$

$$m = 1,6 \text{ [mm]}$$

$$n = 2,1 \text{ [mm]}$$

<sup>10</sup> [www.otia.com.ar/productos/anillos/anillos\\_centro\\_5.htm](http://www.otia.com.ar/productos/anillos/anillos_centro_5.htm)



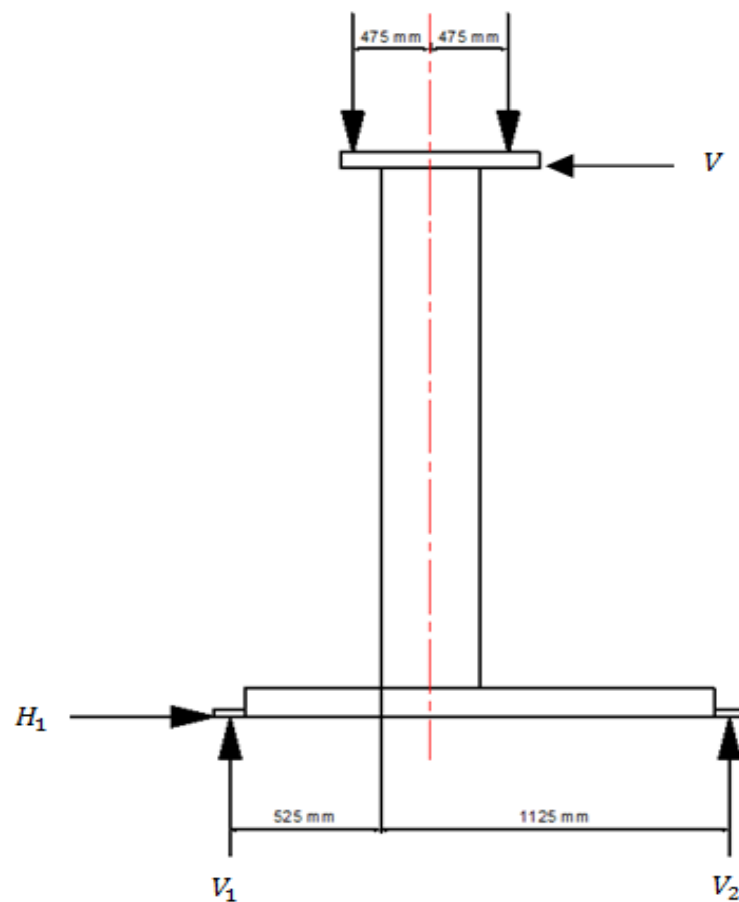
### 3.2.13. Cálculo de la placa base

Para el diseño de la placa base se considera:

- Fuerza de volteo  $V$  por cualquier eventualidad al momento de elevar el automóvil.
- A todo el sistema como una sola columna apoyada (Ver figura 44)

Figura 44. Diagrama de fuerzas

$$P_1 = 260 \text{ [kg]} \quad P_2 = 1040 \text{ [kg]}$$



$$V = 30\% * (P_1 + P_2)$$

$$V = 0.3 * 1300 \text{ [kg]}$$

$$V = 390 \text{ [kg]}$$

$$\sum F_X = 0$$

$$H_1 = V = 390 \text{ [kg]}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$V_1 + V_2 = 1300 \text{ [kg]}$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$165 \text{ [cm]} * V_2 = 50 \text{ [cm]} * 260 \text{ [kg]} + 1000 \text{ [cm]} * 1040 \text{ [kg]}$$

$$V_2 = 638,18 \text{ [kg]}$$

$$V_1 = 1300 \text{ [kg]} - V_2$$

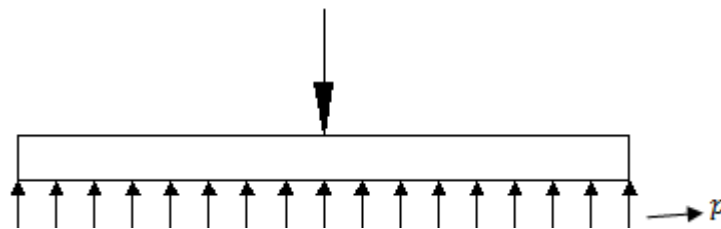
$$V_1 = 1300 \text{ [kg]} - 638,18 \text{ [kg]}$$

$$V_1 = 661,82 \text{ [kg]}$$

La figura 45 muestra el diagrama de fuerzas placa-piso.

Figura 45. Diagrama de fuerzas placa piso

$$V_1 = 661,82 \text{ [kg]}$$



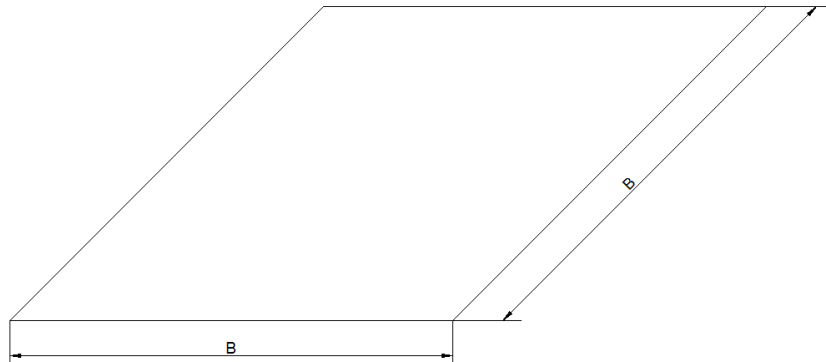
$$p = \frac{V_1}{A_P} \leq F_c' = 36 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$A_P = \frac{V_1}{F_c'} = \frac{661,82 \text{ [kg]}}{36 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]}$$

$$A_P = 18,387 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Se asume placa base de lados iguales (**B**) (Ver figura 46).

Figura 46. Placa base de lados iguales



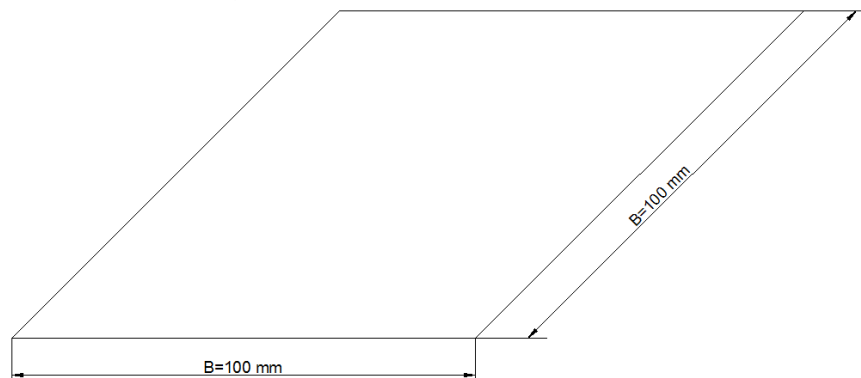
$$A_p = B^2$$

$$B = \sqrt{A_p} = \sqrt{18.387 \text{ [cm}^2\text{]}}$$

$$B = 4.28 \text{ [cm]}$$

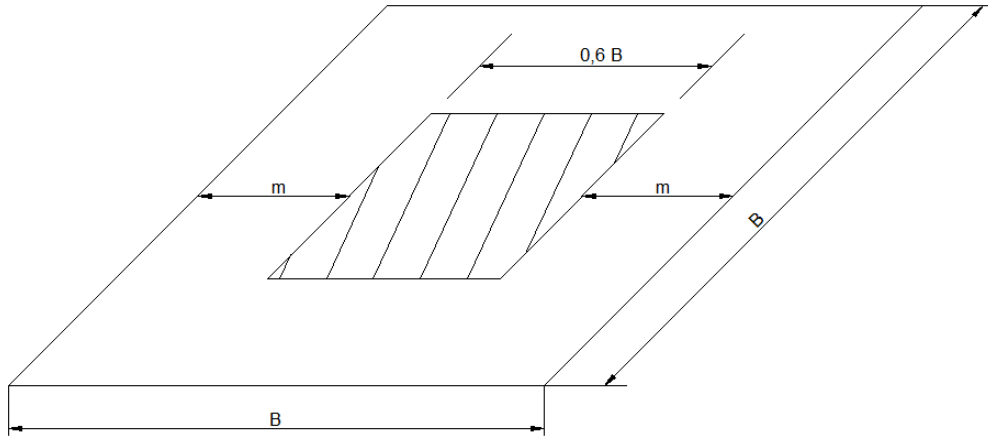
Por cuestiones de seguridad se toma una placa base de **B = 10 [cm]** (Ver figura 47)

Figura 47. Dimensiones de la placa base



Para el 60% de la placa toma contacto con el piso y también  $m = 2[\text{cm}]$  (Ver figura 48)

Figura 48. Sección de contacto de la placa hacia el piso

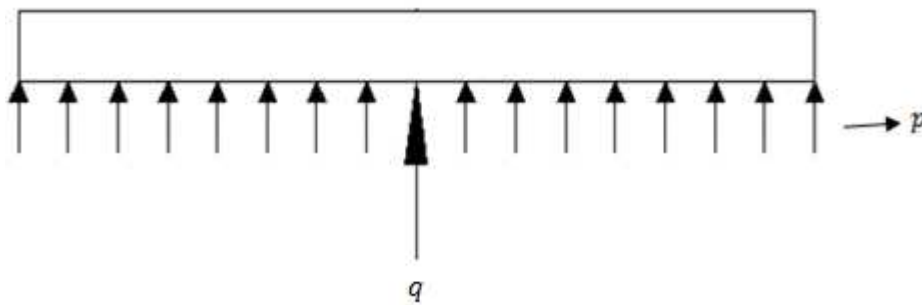


$$p = \frac{V_1}{A_p} = \frac{661,81 [\text{kg}]}{10 [\text{cm}^2]}$$

$$p = 66.1 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

La figura 49 muestra el diagrama de fuerzas piso-placa.

Figura 49. Diagrama de fuerzas piso placa



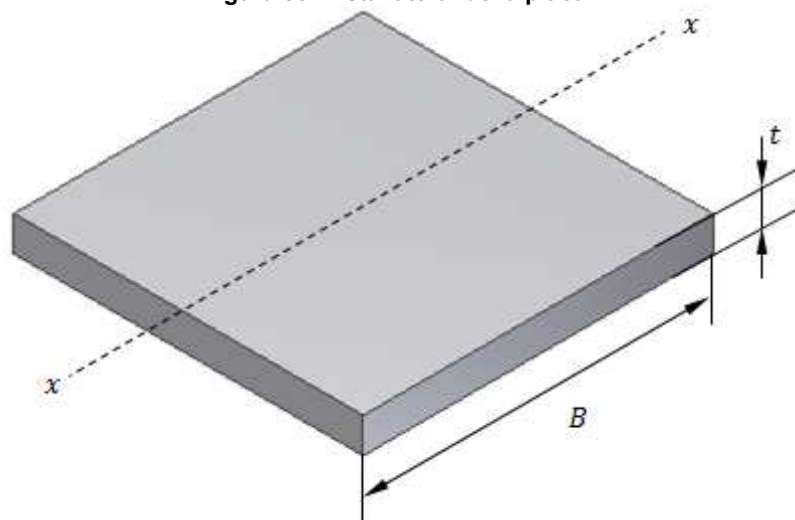
$$M = q * \frac{m^2}{2}$$

$$q = p * B$$

$$f_b = \frac{M * C}{I} \leq F_b = 0.5 * S_Y$$

En la figura 50 se muestra una vista lateral de la placa.

Figura 50. Vista lateral de la placa



$$I_{xx} = \frac{B * t^3}{12}$$

$$C = \frac{t}{2}$$

$$p \leq F_c' = 36 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$f_b = \frac{q * \frac{m^2}{2} * \frac{t}{2}}{\frac{B * t^3}{12}} = \frac{p * B * \frac{m^2}{2} * \frac{t}{2}}{\frac{B * t^3}{12}} = \frac{3 * p * m^2}{t^2}$$

$$f_b = \frac{3 * p * m^2}{t^2} = F_b$$

$$t = \sqrt{\frac{3 * p * m^2}{F_b}}$$

$$t = \sqrt{\frac{3 * 36 [kg] * 2^2 [cm^4]}{1270 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]}}$$

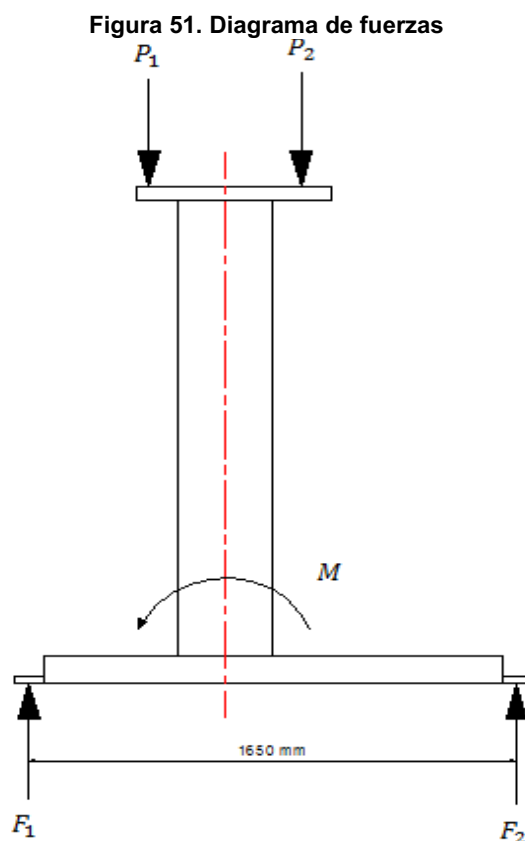
$$t = 0.6 [cm]$$

Por cuestiones de seguridad se coloca una placa de

$$t = 1 \text{ [cm]}$$

### 3.2.14. Cálculo de los pernos de anclaje

En el cálculo de los pernos de anclaje el diagrama de fuerzas se muestra en la figura 51 y el esquema del perno de anclaje en la figura 52.



$$M = (P_2 - P_1) * 47.5 \text{ [cm]}$$

$$M = (1040 - 260) \text{ [kg]} * 47.5 \text{ [cm]}$$

$$M = 37050 \text{ [kg - cm]}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_1 = F_2$$

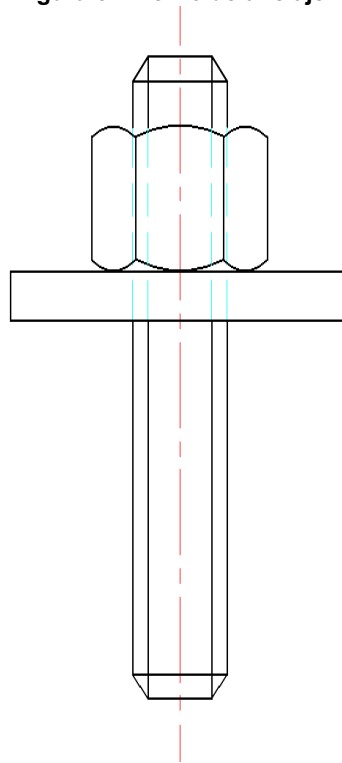
$$\sum M_1 = 0$$

$$1650 [cm] * F_2 = M$$

$$F_2 = \frac{37050 [kg - cm]}{165 [cm]}$$

$$F_2 = 224.54 [kg]$$

Figura 52. Perno de anclaje



$$\tau = \frac{H_1}{A_c} \leq [\tau]$$

$$A_c = \frac{H_1}{[\tau]} = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$[\tau] = \frac{S_{Yc}}{(F.S.)_c} = \frac{0.6 * S_Y}{(F.S.)_c}$$

$$[\tau] = \frac{0.6 * 6400 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]}{2.2}$$

$$[\tau] = 1745.45 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

Con una carga de seguridad del 30%  $H_1$

$$A_c = \frac{0.3 * H_1}{[\tau]}$$

$$A_c = \frac{0.3 * 390 [kg]}{1745.45 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]} = \frac{507 [kg]}{1745.45 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]}$$

$$A_c = 0.29 [cm^2]$$

$$A_c = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * A_c}{\pi}}$$

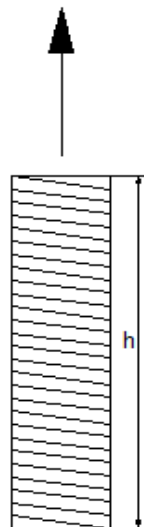
$$d = \sqrt{\frac{4 * 0.29 [cm^2]}{\pi}}$$

$$d = 0.6 [cm]$$

Se considera un diámetro  $d = 1,27 [cm] = \frac{1}{2} [pulg]$ , las fuerzas aplicadas en el perno de anclaje se muestra en la figura 53.

Figura 53. Diagrama del perno de anclaje

$$F_2 = 224.54 [kg]$$





$$F_2 = \sigma_h * \pi * d * h$$

$$\sigma_h = 3 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$h = \frac{F}{\sigma_h * \pi * d}$$

$$h = \frac{224.54 [kg]}{3 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right] * \pi * 1,27 [cm]}$$

$$h = 18,76 [cm]$$

### 3.3. DISEÑO Y SELECCIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

Para diseñar y construir un circuito hidráulico se debe seguir ciertas reglas fundamentales. Entre estas se encuentran:

1. Comprender la importancia y las limitaciones de las unidades básicas para la construcción de los circuitos hidráulicos de acuerdo como las utilizan los diseñadores de circuitos en su práctica normal.
2. Mantener la proyección del sistema hidráulico dentro de la mayor sencillez posible al no excederse en la instalación de controles adicionales que no sirvan a una finalidad en especial.
3. Tener presente que los circuitos hidráulicos utilizan un fluido relativamente incompresible a presiones altas haciendo que este fluido se vuelva conductor de fenómenos tales como calor, choque, escapes, restricciones, etcétera. Éstos pueden ser la fuente de problemas importantes si no se realiza un trabajo de diseño apropiado.
4. Tomar en consideración el tipo de fluido destinado a usarse cuando vaya a ponerse en operación ese circuito; esto puede conducir a la realización de modificaciones en algunos de los componentes básicos del sistema.

5. Tomar en cuenta tanto la temperatura de funcionamiento como la temperatura ambiente en relación al sistema; éstas pueden influir sobre el funcionamiento del sistema.
6. Tenga presente la localización de los depósitos, cambiadores de calor y calentadores, de las líneas de descarga y de las de escape.

Se toma las siguientes consideraciones:

$$\text{Fuerza a soportar} = 3743,2 \text{ [kg]} = 8235,04 \text{ [lb]}$$

$$\text{Presión de la bomba hidráulica} = 83 \text{ [bares]} = 1200 \left[ \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right]$$

$$P = \frac{F}{A_{\text{cilindro}}}$$

$$1200 \left[ \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right] = \frac{8235,04 \text{ [lb]}}{A_{\text{cilindro}}}$$

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{8235,04 \text{ [lb]}}{1200 \left[ \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right]}$$

$$A_{\text{cilindro}} = 6.86 \text{ [pulg}^2] \cong 7 \text{ [pulg}^2]$$

$$A_{\text{cilindro}} = \frac{D^2 * \pi}{4}$$

$$7 \text{ [pulg}^2] = \frac{D^2 * \pi}{4}$$

$$D^2 = \frac{7 \text{ [pulg}^2] * 4}{\pi}$$

$$D = 3 \text{ [pulg]}$$

$$D = 76.2 \text{ [mm]} \approx 76 \text{ [mm]}$$

### 3.3.1. SELECCIÓN DE LA BOMBA HIDRÁULICA

$$V = \frac{L}{t}$$

$$V = \frac{60 \text{ [cm]}}{45 \text{ [seg]}} = 1,33 \left[ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right]$$

$$Q = V * A_{cilindro}$$

$$Q = 1,33 \left[ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right] * 45,161 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$Q = 60,215 \left[ \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} \right] = 0.95 \text{ [GPM]}$$

$$\text{Potencia motor [HP]} = p \text{ [psi]} * Q \text{ [GPM]} * 0.000583$$

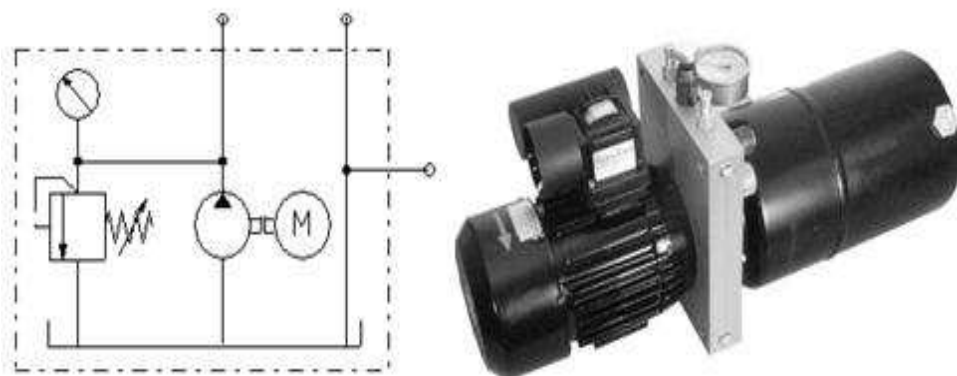
$$\text{Potencia motor } 1200 \text{ [psi]} * 0.95 \text{ [GPM]} * 0.000583$$

$$\text{Potencia motor} = 0.7 \text{ [HP]} \approx 1 \text{ [HP]}$$

Para el circuito hidráulico se utiliza los siguientes componentes.

GRUPO MOTRIZ. (Ver figura 54)

Figura 54. Grupo motriz



**MANÓMETRO.-** instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local. (Ver figura 55)

**Figura 55. Manómetro**



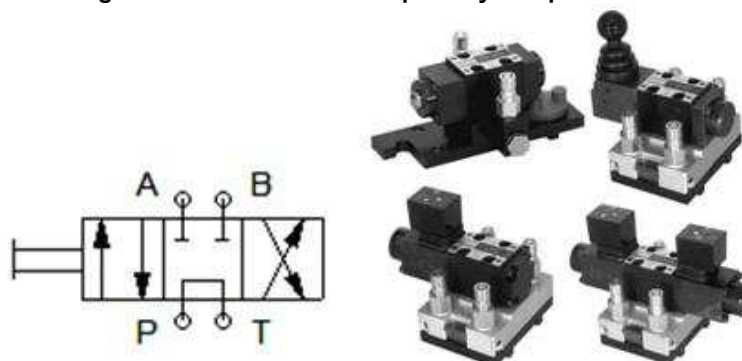
**VÁLVULAS UNIDIRECCIONALES.-** válvula reguladora del gasto ajustable no compensada (el control del gasto se efectúa en cada dirección) (Ver figura 56).

**Figura 56. Válvula unidireccional**



**VÁLVULA DE CUATRO PASOS Y TRES POSICIONES.-** la corredera, aparte de tener dos posiciones extremas, también puede permanecer detenida en el centro mismo del cuerpo de la válvula, mediante un sistema de centrado por resorte o retención de bolilla u otro medio de retención mecánica (Ver figura 57).

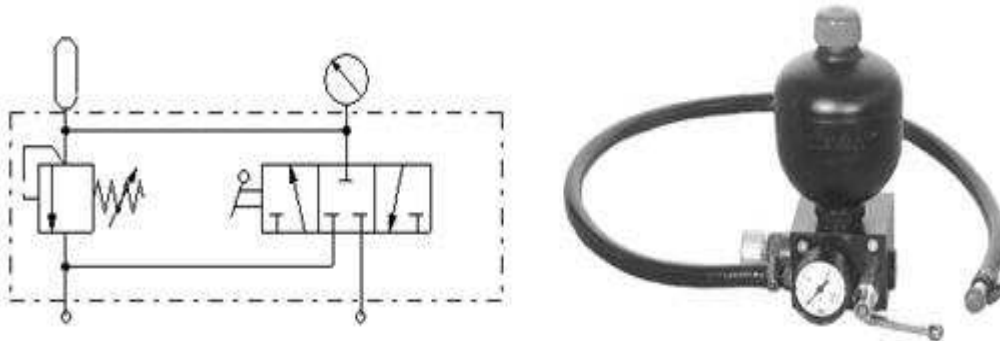
**Figura 57. Válvula de cuatro pasos y tres posiciones**



ACUMULADOR A MEMBRANA CON BLOQUE DE CIERRE.- Los fluidos hidráulicos son casi incompresibles.

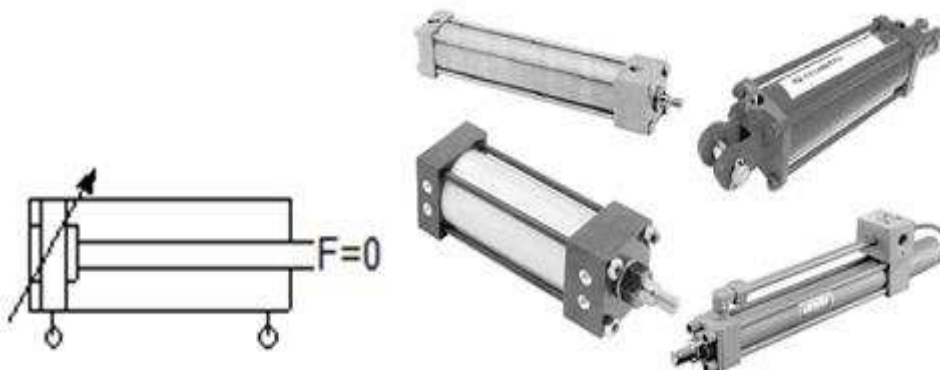
En los acumuladores hidroneumáticos se utiliza la compresibilidad de gas para la acumulación de fluido. Los acumuladores de membrana HYDAC se basan en este principio, con el nitrógeno como medio compresible (Ver figura 58).

Figura 58. Acumulador con bloque de cierre



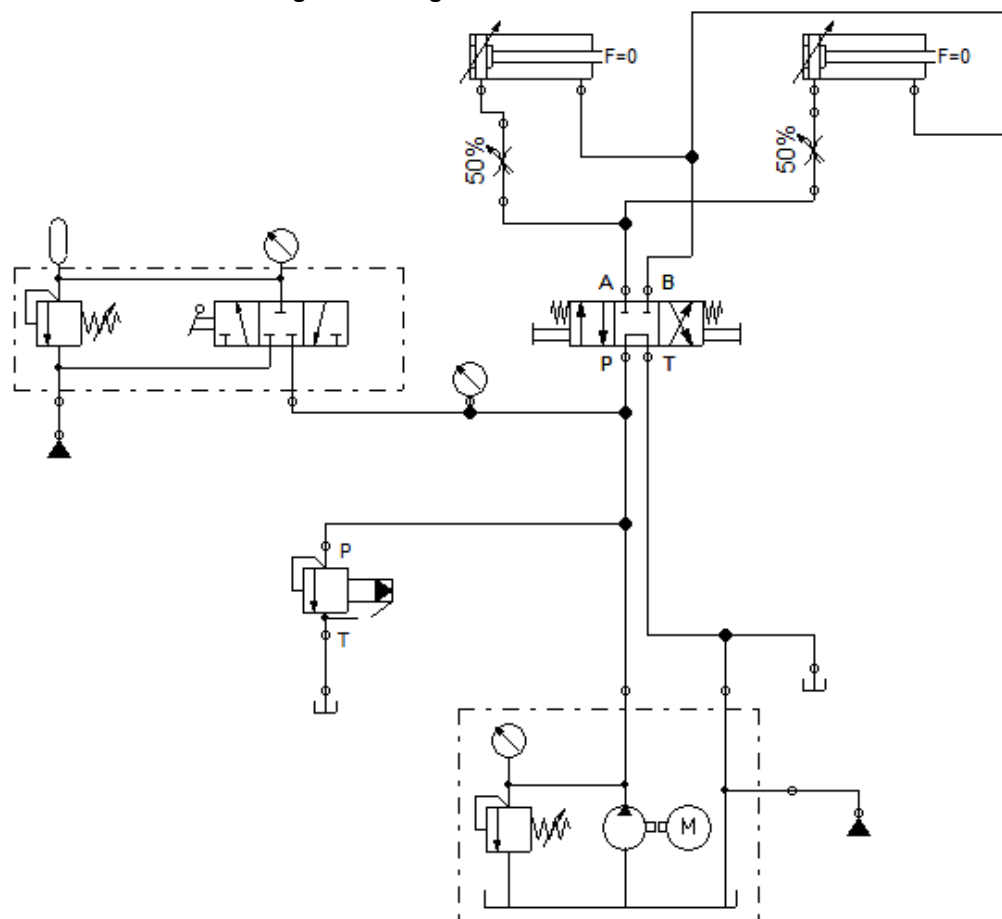
CILINDRO DOBLE EFECTO.- Tienen dos orificios que hacen de entrada y salida de fluido, de manera indistinta. (Ver figura 59)

Figura 59. Cilindro doble efecto



El circuito hidráulico para este tipo de elevadores se muestra en la figura 60:

Figura 60. Diagrama del circuito hidráulico



## CAPÍTULO IV

### PROCESOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ALTERNATIVA

#### 4.1. GENERALIDADES

- Calidad

Se entiende por Calidad al grado de precisión con el que se ha trabajado una pieza o una máquina. La precisión de fabricación se refiere entre otros factores principalmente a las tolerancias dimensionales, las rugosidades de las diferentes superficies que componen la pieza y las tolerancias geométricas.

- Tolerancias Dimensionales

Como nunca existe la precisión absoluta (no existe una pieza igual a otra) se ha de tolerar las dimensiones, significa dar rango de variación de la medida nominal tal que la pieza construida se halle dentro de este valor.

Cada elemento mecánico posee su dimensión nominal, su tolerancia de fabricación y su dimensión real. La dimensión nominal se determina a partir de los números normalizados que son valores que deben aplicarse para medidas de ensamble, para aquellas que dependen de otras magnitudes. Con esto racionaliza la aplicación, montaje, la intercambiabilidad de los diferentes elementos que constituyen los mecanismos.

La necesidad de determinar si las piezas producidas se ajustan, se montan o se conjugan, en cuanto a dimensiones o calidad al uso que se destinan; la consecuencia de una intercambiabilidad completa y satisfactoria, más la necesidad de trabajar con ajustes más finos, han motivado que la medición y la verificación hayan llegado a ser unas funciones indispensables en las industrias modernas.

La economía de producción, conviene que el proyectista fije unas tolerancias tan amplias como sea posible, sin dejar de alcanzar la calidad deseada para la pieza. Trabajar con límites estrechos es costoso por el tiempo empleado y por el porcentaje más alto de piezas defectuosas.

- Tipos de tolerancias

Las tolerancias son de tres tipos:

1. Tolerancias por extremos o por máximos y mínimos
2. Tolerancias por desviaciones y,
3. Tolerancias normalizadas.

- Tolerancias por extremos

Esta forma de tolerar ciertos valores nominales, generales sirve para indicar los máximos y/o mínimos valores dentro de los cuales se garantiza cierta funcionalidad. No tiene mayor aplicación en la construcción de ensambles.

- Tolerancia por desviaciones

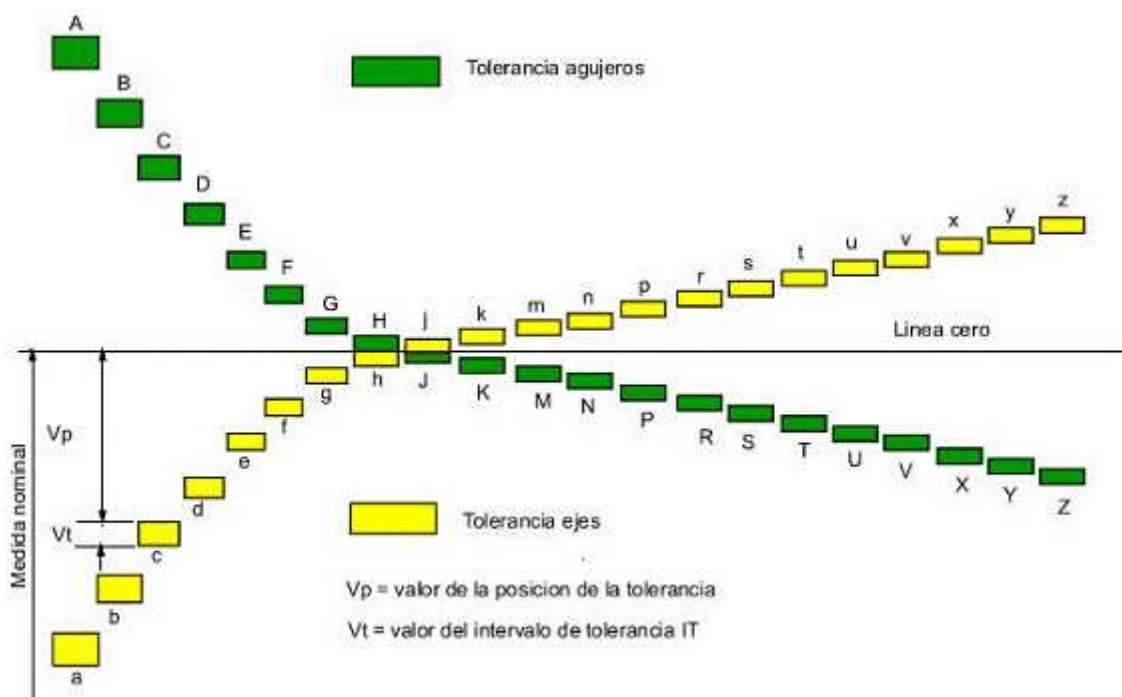
Otra forma de tolerar los valores nominales es indicar las discrepancias admisibles a partir de un valor denominado LINEA DE DESVIACIÓN CERO O NULA y pueden ser valores en micras positivos y negativos. La desviación nula se halla exactamente sobre el valor nominal.

- Tolerancias normalizadas.

Con fin de racionalizar las infinitas tolerancias por desviaciones, se han determinado las tolerancias normalizadas por desviaciones expresadas como valores alfa numéricos (Ver figura 61).



Figura 61. Tolerancias generales










- Acabados Superficiales y Tolerancias Geométricas

Del estudio de las calidades se desprende también los acabados superficiales y las tolerancias geométricas.

El acabado superficial no es más que la rugosidad que presentan las diversas superficies una vez fabricado el elemento mecánico. La rugosidad que se especifica es un promedio y se denomina media. Se puede especificar utilizando el número de grado de la rugosidad N4, N7, etc., donde los valores numéricos corresponden al grado de calidad IT correspondiente.

Los elementos mecánicos no solo se determinan por las tolerancias dimensionales (o angulares si las tienen), por los acabados superficiales, sino que dependiendo de su funcionalidad necesitan ciertos requerimientos que garanticen la funcionalidad determinada. (Ver figura 62).

Figura 62. Tipos de tolerancias

TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO
Forma	Rectitud	—
	Planicidad	
	Redondez	
	Cilindricidad	
	Forma de una línea	
	Forma de una superficie	
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	
	Inclinación	
Situación	Posición	
	Concentricidad y Coaxialidad	
	Simetría	
Oscilación	Circular	
	Total	

La obtención, verificación y aplicación de estas tolerancias hacen que el COSTO de fabricación de los elementos se ELEVE notablemente, se debe tener cuidado en su aplicación.

## 4.2. HOJAS DE PROCESOS

Las hojas de procesos de los elementos que forman el elevador detallan cada una de las actividades para su elaboración. (Ver tablas 21-47)

Tabla 21. Hoja de procesos atiezador superior sección fija

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> ATIEZADOR SUPERIOR SECCIÓN FIJA		
<b>Dimensiones:</b> 441X200X15 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.101	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Inspección del trabajo
		Traslado al taladro
		Inspección del material
		Aprobación del atiezador superior sección fija
		Traslado al taller de montaje

Tabla 22.Hoja de procesos alza superior sección fija

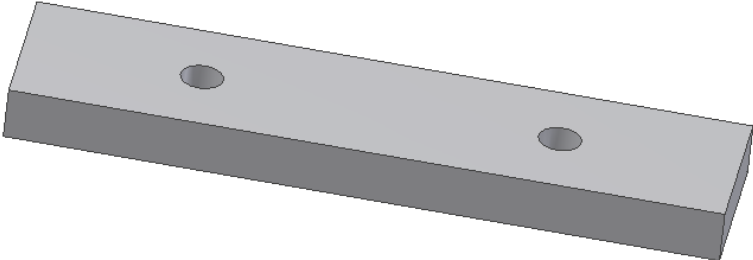
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> ALZA SUPERIOR SECCIÓN FIJA		
<b>Dimensiones:</b> 200x48x15 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.101	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora oxicorte
		Inspección del trabajo
		Traslado al taladro
		Inspección del alza
		Aprobación del alza superior sección fija
		Traslado al taller de montaje

Tabla 23. Hoja de procesos atiezador superior sección móvil

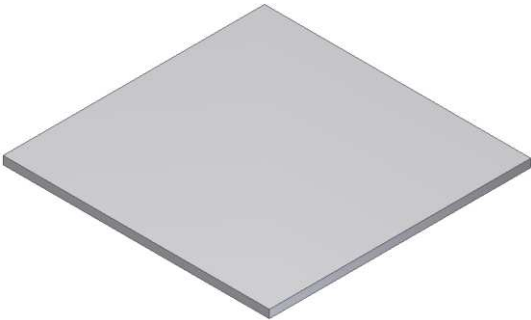
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> ATIEZADOR SUPERIOR SECCIÓN MÓVIL		
<b>Dimensiones:</b> 485x494x15 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.101	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Inspección del trabajo
		Eliminación de aristas vivas
		Inspección del material
		Aprobación del atiezador superior sección móvil
		Traslado al taller de montaje

Tabla 24.Hoja de procesos alza superior sección móvil

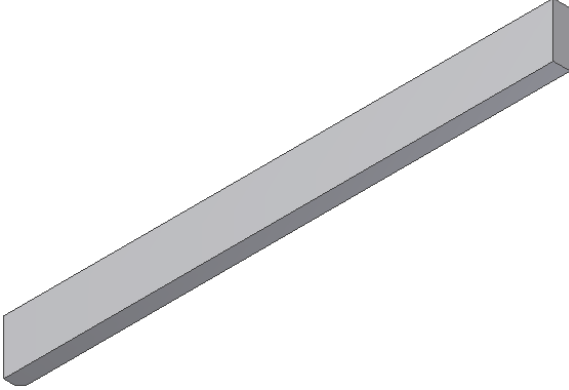
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> ALZA SUPERIOR SECCIÓN MÓVIL		
<b>Dimensiones:</b> 485x48x15 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.101	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora oxicorte
		Inspección del trabajo
		Eliminación de aristas vivas
		Inspección del alza
		Aprobación del alza superior sección móvil
		Traslado al taller de montaje

Tabla 25. Hoja de procesos perfil guía

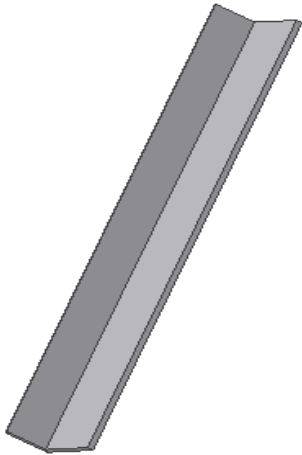
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PERFIL GUIA		
<b>Dimensiones:</b> 70x48x6 (mm) Largo=485 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.101	8	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Eliminación de aristas vivas
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 26. Hoja de procesos bocín

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> BOCÍN		
<b>Dimensiones:</b> Diámetro Interior:30 (mm) Largo:37,5(mm) Espesor: 2(mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.102	36	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora según la longitud
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno para la realización el chaflán de 1(mm)x45°
		Inspección del trabajo
		Eliminación de aristas vivas
		Aprobación del bocín
		Traslado al taller de montaje



Tabla 27. Hoja de procesos cobre pasador 1


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> CUBRE PASADOR 1		
<b>Dimensiones:</b> L=245mm; D=48,3mm; e=3,68mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.104	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno (tornear 13 mm)
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 28. Hoja de procesos pasador articulación superior sección fija


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR ARTICULACIÓN SUPERIOR SECCIÓN FIJA		
<b>Dimensiones:</b> L=471mm; D=33mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.105	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Aprobación del elemento
		Traslado a taller de montaje

Tabla 29. Hoja de procesos pasador articulación superior sección móvil


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR ARTICULACIÓN SUPERIOR SECCIÓN MÓVIL		
<b>Dimensiones:</b> L=478mm; D=33mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.106	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Aprobación del elemento
		Traslado a taller de montaje

Tabla 30. Hojas de procesos cobre pasador 2


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> CUBRE PASADOR 2		
<b>Dimensiones:</b> L=325mm; D=48,3mm; e=3,68mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.107	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno (tornear 13 mm)
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 31. Hoja de procesos separador brazos


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> SEPARADOR BRAZOS		
<b>Dimensiones:</b> L=25mm; D=48,3mm; e=3,68mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.108	16	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 32. Hoja de procesos pasador uniones

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR UNIONES		
<b>Dimensiones:</b> L=95mm; D=30mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.109	8	Compra del material
		Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno realización de rosca M30x1,5
		Inspección del trabajo
		Traslado a la fresadora realización de chaveta 10x5x2,5(mm)

Tabla 33. Hoja de procesos cobre pasador 3


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> CUBRE PASADOR 3		
<b>Dimensiones:</b> L=245mm; D=48,3mm; e=3,68mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.110	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno (tornear 10mm)
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 34. Hoja de procesos pasador articulaciones medias


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR ARTICULACIONES MEDIAS		
<b>Dimensiones:</b> L=395mm; D=33mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.111	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno realización de rosca M30x1,5
		Inspección del trabajo
		Traslado a la fresadora realización de chaveta 10x5x2,5(mm)
		Traslado al taller de montaje



Tabla 35. Hoja de procesos rampa

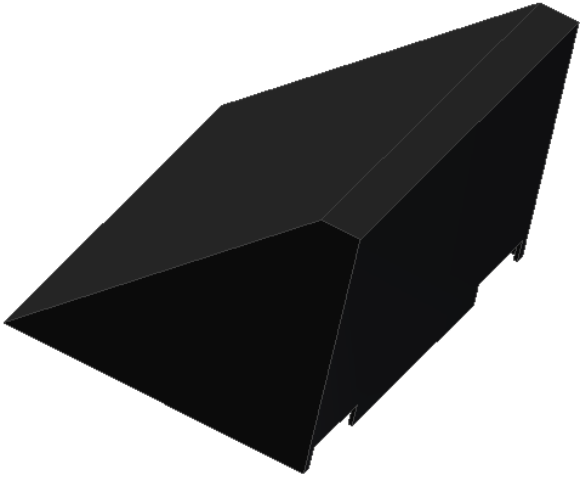
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> RAMPA		
<b>Dimensiones:</b> Largo=500 mm; Ancho=383 mm, Altura=33 mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.112	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de doblado
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 36. Hoja de procesos brazo especial de elevación

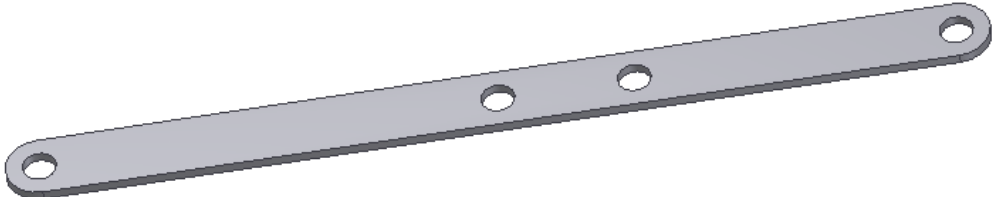
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> BRAZO ESPECIAL DE ELEVACIÓN		
<b>Dimensiones:</b> 1444x100x15 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.113	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Traslado al taladro (4 agujeros)
		Inspección del trabajo
		Aprobación del elemento
		Traslado al taller de montaje

Tabla 37. Hoja de procesos brazo elevador

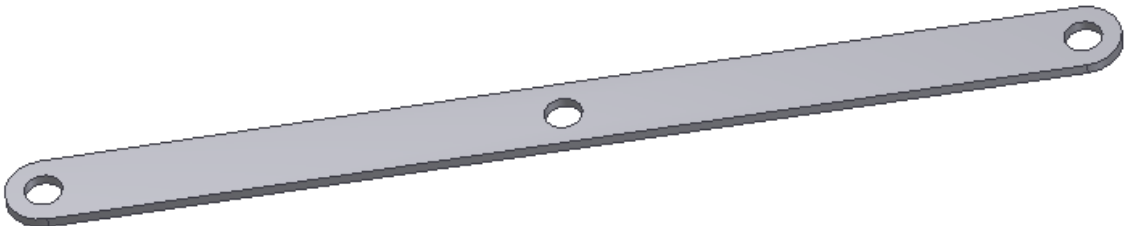
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> BRAZO ELEVADOR		
<b>Dimensiones:</b> 1444x100x15 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.114	12	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Traslado al taladro (3 agujeros)
		Inspección del trabajo
		Aprobación del elemento
		Traslado al taller de montaje

Tabla 38. Hoja de procesos cobre pasador 4


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> CUBRE PASADOR 4		
<b>Dimensiones:</b> L=73mm; D=48,3mm; e=3,68mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.116	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno (tornear 13mm)
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 39. Pasador articulación superior cilindro


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR ARTICULACIÓN SUPERIOR CILINDRO		
<b>Dimensiones:</b> L=315mm; D=33mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.117	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno realización de rosca M30x1,5
		Inspección del trabajo
		Traslado a la fresadora realización de chaveta 10x5x2,5(mm)
		Traslado al taller de montaje

Tabla 40. Hoja procesos atiezador inferior sección fija

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> ATIEZADOR INFERIOR SECCIÓN FIJA		
<b>Dimensiones:</b> 177X48X8 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.118	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Inspección del trabajo
		Traslado al taladro
		Inspección del material
		Aprobación del atiezador inferior sección fija
		Traslado al taller de montaje

Tabla 41. Hoja de procesos atiezador inferior sección móvil

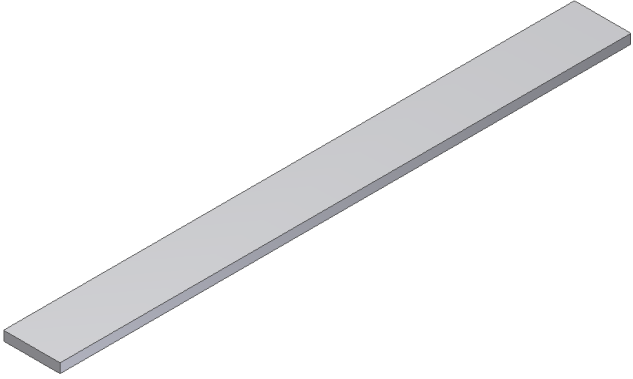
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> ATIEZADOR INFERIOR SECCIÓN MÓVIL		
<b>Dimensiones:</b> 485X48X8 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.118	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Inspección del trabajo
		Traslado al taladro
		Inspección del material
		Aprobación del atiezador inferior sección móvil
		Traslado al taller de montaje

Tabla 42. Hoja de procesos perfil base 1 y perfil base 2

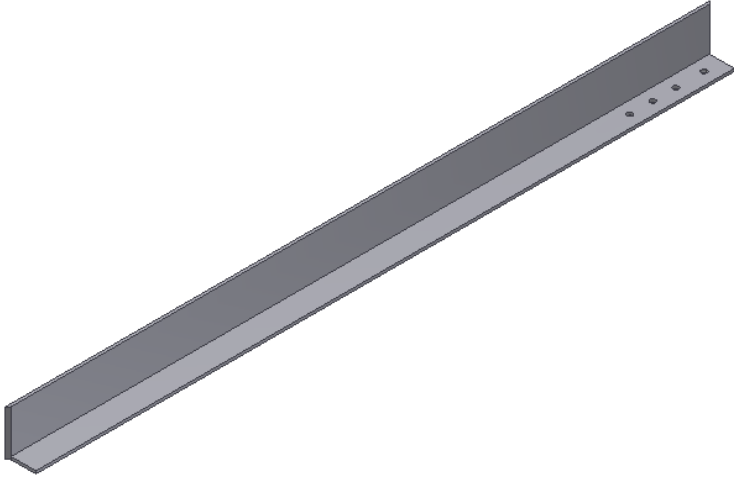
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PERFIL BASE 1 Y PERFIL BASE 2		
<b>Dimensiones:</b> 100x60x6 (mm) Largo=1530 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.118	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Eliminación de aristas vivas
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje



Tabla 43. Hoja de procesos perfil base 3

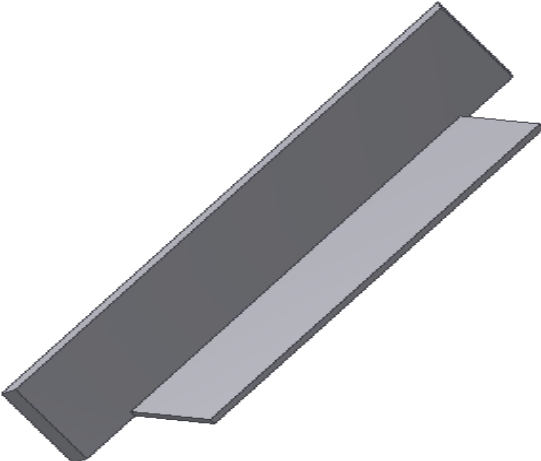
<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PERFIL BASE 3		
<b>Dimensiones:</b> 100x60x6 (mm) Largo=490 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.118	4	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Eliminación de aristas vivas
		Inspección del trabajo
		Traslado al taller de montaje

Tabla 44. Hoja de procesos placa base

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PLACA BASE		
<b>Dimensiones:</b> 100X100X10 (mm)		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.118	8	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a la cortadora de oxicorte
		Inspección del trabajo
		Traslado al taladro
		Inspección del material
		Aprobación de la placa base
		Traslado al taller de montaje

Tabla 45. Pasador articulación inferior sección fija


<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR ARTICULACIÓN INFERIOR SECCIÓN FIJA		
<b>Dimensiones:</b> L=474 mm; D=33 mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.119	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Aprobación del elemento
		Traslado a taller de montaje

Tabla 46. Hoja de procesos pasador articulación inferior cilindro

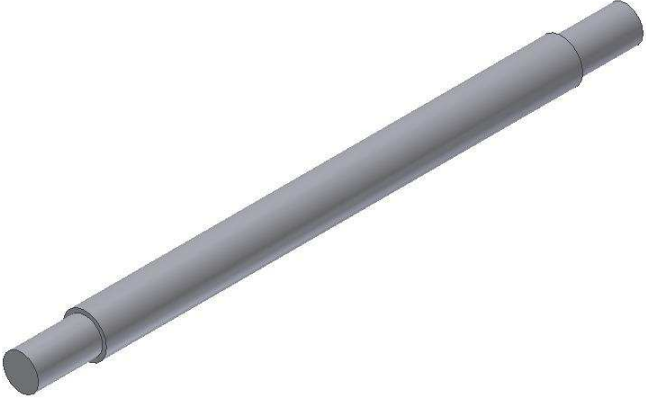

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR ARTICULACIÓN INFERIOR CILINDRO		
<b>Dimensiones:</b> L=462mm; D=33mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.120	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Aprobación del elemento
		Traslado a taller de montaje

Tabla 47. Hoja de procesos pasador articulación inferior sección móvil

<b>HOJA DE PROCESOS</b>		
<b>Elemento:</b> PASADOR ARTICULACIÓN INFERIOR SECCIÓN MÓVIL		
<b>Dimensiones:</b> L=462mm; D=33mm		
<b>Esquema:</b>		
		
<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Operaciones del proceso</b>
1.2725.121	2	Recepción del material
		Inspección del material
		Traslado a almacenamiento
		Traslado a la cortadora
		Inspección del trabajo
		Traslado al torno
		Inspección del trabajo
		Aprobación del elemento
		Traslado a taller de montaje

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS FINANCIERO

#### 5.1. ANÁLISIS ECONÓMICO - PRESUPUESTARIO

Para realizar el análisis económico-presupuestario se debe tomar en consideración los costos directos e indirectos, los que se detallan mediante costos unitarios (Ver tablas 48-76).

Se menciona algunos conceptos fundamentales para el mejor entendimiento que existen en el desenvolvimiento del detallado de la adquisición de los diversos equipos, accesorios y elementos, así como un detalle del costo de fabricación de cada elemento.

**Costos directos.-** están directamente involucrados con la construcción física de la máquina; toma en cuenta: compra de materiales, mano de obra, herramientas, maquinarias utilizadas

**Costos indirectos.-** aquellos que no se relacionan directamente con la manufactura, forman parte del costo de producción; incluyen la utilidad que el elevador representará y gastos administrativos.

Se detalla los costos de cada elemento que conforma el elevador (Ver anexo 4).

Tabla 48. Costo unitario atiezador superior sección fija

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-1				
RUBRO:	ATIEZADOR SUPERIOR SECCIÓN FIJA				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H):1,00 u/h
					K (H/U):1,00 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Oxicorte	0,50	4,00	2,00	2,00	8,7%
Herramienta menor	0,50	0,50	0,25	0,25	1,1%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	9,8%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Operario oxicorte	0,50	3,50	1,75	1,75	7,6%
Ayudante en general	0,50	1,50	0,75	0,75	3,3%
SUBTOTAL PERSONAL				1,75	10,9%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Atiezador (471x200x15)	mm	1,0	19,0	19,0	82,6%
SUBTOTAL MATERIALES				19,00	82,6%
TOTAL COSTOS DIRECTO				23,00	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				5,75	
PRECIO UNITARIO				<b>28,75</b>	

Tabla 49. Costo unitario bocín

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-2				
RUBRO:	BOCÍN				
Unidad:	Unidad [u]				
					R (U/H): 0,60 u/h
					K (H/U): 1,67 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Oxicorte	0,10	4,00	0,40	0,67	3,4%
Torno	0,20	10,00	2,00	3,33	16,9%
Herramienta menor	0,30	0,50	0,15	0,25	1,3%
SUBTOTAL EQUIPOS				4,25	21,5%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Operario Oxicorte	0,50	4,00	2,00	2,00	10,1%
Tornero	1,00	3,00	3,00	3,00	15,2%
SUBTOTAL PERSONAL				5,00	25,3%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Bocín (Bronce fosfórico)	mm	1,0	10,50	10,50	53,2%
SUBTOTAL MATERIALES				10,50	53,2%
TOTAL COSTOS DIRECTO				19,75	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				4,94	
PRECIO UNITARIO				<b>24,69</b>	



Tabla 50.Costo unitario alza superior sección fija

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-3				
RUBRO:	ALZA SUPERIOR SECCIÓN FIJA				
Unidad:	unidad [u]				
	<b>R (U/H): 0,50 u/h</b>				
	<b>K (H/U): 2,00 h/u</b>				
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Oxicorte	0,25	4	1,00	2,00	30,8%
Herramienta menor	0,25	0,50	0,13	0,25	3,8%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	34,6%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Operario oxicorte	0,50	3,50	1,75	1,75	26,9%
Ayudante en general	0,50	1,50	0,75	1,50	23,1%
SUBTOTAL PERSONAL				1,75	50,0%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Alza (200x48x15)	mm	1,0	2,5	2,5	38,5%
SUBTOTAL MATERIALES				2,50	38,5%
TOTAL COSTOS DIRECTO				6,50	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				1,63	
PRECIO UNITARIO				<b>8,13</b>	

Tabla 51.Costo unitario cubre pasador 1

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-4				
RUBRO:	CUBRE PASADOR 1				
Unidad:	unidad [u]				
	R (U/H): 0,70 u/h				
	K (H/U): 1,43 h/u				
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Torno</b>	0,25	10,00	2,50	3,57	19,9%
<b>Herramienta menor</b>	0,45	0,50	0,23	0,32	1,8%
SUBTOTAL EQUIPOS				3,89	21,7%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Tornero</b>	1,00	3,00	3,00	4,29	23,8%
<b>Ayudante en general</b>	1,00	1,50	1,50	2,14	11,9%
SUBTOTAL PERSONAL				4,29	35,8%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Cubre pasador (L=245mm; D=50,8mm; e=0,9mm)</b>	mm	245,0	0,04	9,8	54,1%
SUBTOTAL MATERIALES				9,80	54,5%
TOTAL COSTOS DIRECTO				17,98	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				4,49	
PRECIO UNITARIO				<b>22,47</b>	

Tabla 52. Costo unitario pasador articulación superior fija					
INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-5				
RUBRO:	PASADOR ARTICULACIÓN SUPERIOR SECCIÓN FIJA				
Unidad:	unidad [u]				
	<b>R (U/H): 1,67 u/h</b>				
	<b>K (H/U): 0,60 h/u</b>				
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Torno</b>	0,30	10,00	3,00	1,80	11,6%
<b>Herramienta menor</b>	0,30	0,50	0,15	0,09	0,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				1,89	12,1%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Ayudante en general</b>	1,00	2,50	2,50	1,50	9,6%
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	9,6%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Pasador (L=471mm; D=33mm)</b>	mm	471,0	0,03	12,2	78,3%
SUBTOTAL MATERIALES				12,18	78,3%
TOTAL COSTOS DIRECTO				15,57	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				3,89	
PRECIO UNITARIO				<b>19,47</b>	

Tabla 53.Costo unitario atiezador superior sección móvil

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-6				
RUBRO:	ATIEZADOR SUPERIOR SECCIÓN MÓVIL				
Unidad:	unidad [u]				
	<b>R (U/H): 1,00 u/h</b>				
	<b>K (H/U): 1,00 h/u</b>				
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Oxicorte</b>	0,50	4,00	2,00	2,00	3,4%
<b>Herramienta menor</b>	0,50	0,50	0,25	0,25	0,4%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	3,8%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Operario oxicorte</b>	0,50	3,50	1,75	1,75	3,0%
<b>Ayudante en general</b>	0,50	1,50	0,75	0,75	1,3%
SUBTOTAL PERSONAL				2,50	4,3%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Atiezador (485x471x15)</b>	mm	1,0	54,0	54,0	91,9%
SUBTOTAL MATERIALES				54,00	91,9%
TOTAL COSTOS DIRECTO				58,75	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				0,00	
PRECIO UNITARIO				<b>58,75</b>	

Tabla 54. Costo unitario pasador articulación superior sección móvil

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-7				
RUBRO:	PASADOR ARTICULACIÓN SUPERIOR SECCIÓN MÓVIL				
Unidad:	unidad [u]				
	R (U/H): 1,67 u/h				
	K (H/U): 0,60 h/u				
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Torno</b>	0,30	10,00	3,00	1,80	10,3%
<b>Herramienta menor</b>	0,30	0,50	0,15	0,09	0,5%
SUBTOTAL EQUIPOS				1,89	10,8%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Tornero</b>	1,00	3,00	3,00	1,80	10,3%
<b>Ayudante en general</b>	1,00	2,50	2,50	1,50	8,5%
SUBTOTAL PERSONAL				3,30	18,8%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Pasador (L=478mm; D=33mm)</b>	mm	478,0	0,03	12,4	70,4%
SUBTOTAL MATERIALES				12,37	70,4%
TOTAL COSTOS DIRECTO				17,56	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				4,39	
PRECIO UNITARIO				<b>21,94</b>	

Tabla 55. Costo unitario alza superior sección móvil

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-8				
RUBRO:	ALZA SUPERIOR SECCIÓN MÓVIL				
Unidad:	unidad [u]				
	<b>R (U/H): 0,50 u/h</b>				
	<b>K (H/U): 2,00 h/u</b>				
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Oxicorte</b>	0,25	4,00	1,00	2,00	20,5%
<b>Herramienta menor</b>	0,25	0,50	0,13	0,25	2,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	23,1%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Operario oxicorte</b>	1,00	3,50	3,50	3,50	35,9%
SUBTOTAL PERSONAL				3,50	35,9%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Alza (485x30x15)</b>	mm	1,0	4,0	4,0	41,0%
SUBTOTAL MATERIALES				4,00	41,0%
TOTAL COSTOS DIRECTO				9,75	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				2,44	
PRECIO UNITARIO				<b>12,19</b>	

Tabla 56. Costo unitario perfil guía

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-9				
RUBRO:	PERFIL GUÍA				
Unidad:	unidad [u]				
	<b>R (U/H): 1,00 u/h</b>				
	<b>K (H/U): 1,00 h/u</b>				
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,50	5,9%
SUBTOTAL EQUIPOS				0,50	5,9%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	1,00	1,50	1,50	1,50	17,6%
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	17,6%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Perfil en L (48x70; e=6; L=485)	mm	1,0	6,5	6,5	76,5%
SUBTOTAL MATERIALES				6,50	76,5%
TOTAL COSTOS DIRECTO				8,50	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				2,13	
PRECIO UNITARIO				<b>10,63</b>	

Tabla 57. Costo unitario cubre pasador 2

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-10				
RUBRO:	CUBRE PASADOR 2				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 0,70 u/h
					K (H/U): 1,43 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Torno	0,25	10,00	2,50	3,57	16,9%
Herramienta menor	0,45	0,50	0,23	0,32	1,5%
SUBTOTAL EQUIPOS				3,89	18,4%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Tornero	1,00	3,00	3,00	4,29	20,2%
Ayudante en general	1,00	1,50	1,50	2,14	10,1%
SUBTOTAL PERSONAL				4,29	30,4%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Cubre pasador (L=325mm; D=50,8mm; e=0,9mm)	mm	325,0	0,04	13,0	61,4%
SUBTOTAL MATERIALES				13,00	61,4%
TOTAL COSTOS DIRECTO				21,18	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				5,29	
PRECIO UNITARIO				<b>26,47</b>	



Tabla 58. Costo unitario separador brazos

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-11				
RUBRO:	SEPARADOR BRAZOS				
Unidad:	unidad [u]				R (U/H): 0,70 u/h
					K (H/U): 1,43 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Torno</b>	0,25	10,00	2,50	3,57	38,9%
<b>Herramienta menor</b>	0,45	0,50	0,23	0,32	3,5%
SUBTOTAL EQUIPOS				3,89	42,4%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Tornero</b>	1,00	3,00	3,00	4,29	46,7%
<b>Ayudante en general</b>	1,00	1,50	1,50	2,14	23,3%
SUBTOTAL PERSONAL				4,29	70,0%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Separador (L=25mm; D=50,8mm; e=0,9mm)</b>	mm	25,0	0,04	1,0	10,9%
SUBTOTAL MATERIALES				1,00	10,9%
TOTAL COSTOS DIRECTO				9,18	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				2,29	
PRECIO UNITARIO				<b>11,47</b>	

Tabla 59. Costo unitario pasador uniones

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-12				
RUBRO:	PASADOR UNIONES				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,33 u/h
					K (H/U): 0,75 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Torno</b>	0,30	10,00	3,00	2,25	27,3%
<b>Fresadora</b>	0,15	8,00	1,20	0,90	10,9%
<b>Herramienta menor</b>	0,30	0,50	0,15	0,11	1,4%
SUBTOTAL EQUIPOS				3,26	39,6%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Tornero</b>	0,50	3,00	1,50	1,13	13,7%
<b>Fresador</b>	0,15	4,00	0,60	0,45	5,5%
<b>Ayudante en general</b>	0,50	2,50	1,25	0,94	11,4%
SUBTOTAL PERSONAL				2,51	30,5%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Pasador (L=95mm; D=33mm)</b>	mm	95,0	0,03	2,5	29,9%
SUBTOTAL MATERIALES				2,46	29,9%
TOTAL COSTOS DIRECTO				8,23	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				2,06	
PRECIO UNITARIO				<b>10,29</b>	

Tabla 60.Costo unitario cubre pasador 3

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CÓDIGO:	EH2725-13					
RUBRO:	CUBRE PASADOR 3					
Unidad:	unidad [u]				R (U/H): 0,70 u/h	K (H/U): 1,43 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%	
<b>Torno</b>	0,25	10,00	2,50	3,57	19,9%	
<b>Herramienta menor</b>	0,45	0,50	0,23	0,32	1,8%	
SUBTOTAL EQUIPOS				3,89	21,7%	
2:- PERSONAL						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%	
<b>Tornero</b>	1,00	3,00	3,00	4,29	23,8%	
<b>Ayudante en general</b>	1,00	1,50	1,50	2,14	11,9%	
SUBTOTAL PERSONAL				4,29	35,8%	
3:- MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%	
<b>Cubre pasador (L=245mm; D=50,8mm; e=0,9mm)</b>	mm	245,0	0,04	9,8	54,5%	
SUBTOTAL MATERIALES				9,80	54,5%	
TOTAL COSTOS DIRECTO				17,98	100,0%	
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				4,49		
PRECIO UNITARIO				<b>22,47</b>		

Tabla 61. Costo unitario pasador articulaciones medias

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-14				
RUBRO:	PASADOR ARTICULACIONES MEDIAS				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,33 u/h
					K (H/U): 0,75 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Torno</b>	0,30	10,00	3,00	2,25	3,0%
<b>Fresadora</b>	0,15	8,00	1,20	0,90	18,0%
<b>Herramienta menor</b>	0,30	0,50	0,15	0,11	39,0%
SUBTOTAL EQUIPOS				3,26	21,9%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Fresador</b>	0,15	4,00	0,60	0,45	3,0%
<b>Ayudante en general</b>	0,50	2,50	1,25	0,94	6,3%
SUBTOTAL PERSONAL				1,39	9,3%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Pasador (L=395mm; D=33mm)</b>	mm	395,0	0,03	10,2	68,8%
SUBTOTAL MATERIALES				10,22	68,8%
TOTAL COSTOS DIRECTO				14,87	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				3,72	
PRECIO UNITARIO				<b>18,59</b>	

Tabla 62. Costo unitario placa base

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-15				
RUBRO:	PLACA BASE				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,00 u/h
					K (H/U): 1,00 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Oxicorte	0,50	4,00	2,00	2,00	29,6%
Herramienta menor	0,50	0,50	0,25	0,25	3,7%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	33,3%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Operario oxicorte	0,50	3,50	1,75	1,75	25,9%
Ayudante en general	0,50	1,50	0,75	0,75	11,1%
SUBTOTAL PERSONAL				2,50	37,0%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Placa (100x100x10)	mm	1,0	2,0	2,0	29,7%
SUBTOTAL MATERIALES				2,00	29,7%
TOTAL COSTOS DIRECTO				4,25	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				0,00	
PRECIO UNITARIO				<b>4,25</b>	

Tabla 63. Costo unitario pernos de anclaje

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-16				
RUBRO:	PERNOS DE ANCLAJE				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 0,33 u/h
					K (H/U): 3,00 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	1,50	3,0%
Pistola Epóxica	1,00	3,00	3,00	9,00	18,0%
Taladro de Percusión	1,00	6,50	6,50	19,50	39,0%
SUBTOTAL EQUIPOS				30,00	60,0%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	1,00	2,50	2,50	7,50	15,0%
Armador	1,00	4,00	4,00	12,00	24,0%
SUBTOTAL PERSONAL				19,50	39,0%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Perno (L=190mm)	mm	190,0	0,010	1,8	3,7%
Tuerca Hexagonal	u	1,0	0,500	0,5	1,0%
SUBTOTAL MATERIALES				0,50	4,7%
TOTAL COSTOS DIRECTO				50,00	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				0,00	
PRECIO UNITARIO				<b>50,00</b>	

Tabla 64. Costo unitario rampa

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-17				
RUBRO:	RAMPA				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 3,33 u/h
					K (H/U): 0,30 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Herramienta menor	0,30	0,50	0,15	0,05	0,1%
SUBTOTAL EQUIPOS				0,05	0,1%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	0,50	2,50	1,25	0,38	1,1%
SUBTOTAL PERSONAL				0,38	1,1%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Placha (610x1220x5)	u	1,0	33,60	33,6	98,8%
SUBTOTAL MATERIALES				33,60	98,8%
TOTAL COSTOS DIRECTO				34,02	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				8,51	
PRECIO UNITARIO				<b>42,53</b>	

Tabla 65. Costo unitario brazo especial de elevación

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-18				
RUBRO:	BRAZO ESPECIAL DE ELVACIÓN				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,00 u/h
					K (H/U): 1,00 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Oxicorte	0,50	4,00	2,00	2,00	5,1%
Herramienta menor	0,50	0,50	0,25	0,25	0,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	5,8%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Operario oxicorte	0,50	3,50	1,75	1,75	4,5%
Ayudante en general	0,60	1,50	0,90	0,90	2,3%
SUBTOTAL PERSONAL				2,65	6,8%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Pletina (1444x100x15)	mm	1,0	34,0	34,0	87,4%
SUBTOTAL MATERIALES				34,00	87,4%
TOTAL COSTOS DIRECTO				38,90	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				9,73	
PRECIO UNITARIO				<b>48,63</b>	



Tabla 66. Costo unitario brazo elevador

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-19				
RUBRO:	BRAZO ELEVADOR				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,00 u/h
					K (H/U): 1,00 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Oxicorte</b>	0,50	4,00	2,00	2,00	5,2%
<b>Herramienta menor</b>	0,50	0,50	0,25	0,25	0,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	5,8%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
<b>Operario oxicorte</b>	0,50	3,50	1,75	1,75	4,5%
<b>Ayudante en general</b>	0,50	1,50	0,75	0,75	1,9%
SUBTOTAL PERSONAL				2,50	6,5%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
<b>Pletina (1444x100x15)</b>	mm	1,0	34,0	34,0	87,7%
SUBTOTAL MATERIALES				34,00	87,7%
TOTAL COSTOS DIRECTO				38,75	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				9,69	
PRECIO UNITARIO				<b>48,44</b>	

Tabla 67. Costo unitario plataforma

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-20				
RUBRO:	PLATAFORMA				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 3,33 u/h
					K (H/U): 0,30 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Herramienta menor	0,30	0,50	0,15	0,05	0,1%
SUBTOTAL EQUIPOS				0,05	0,1%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	0,50	2,50	1,25	0,38	0,9%
SUBTOTAL PERSONAL				0,38	0,9%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Placha (1550x500x5)	u	1,0	40,00	40,0	99,0%
SUBTOTAL MATERIALES				40,00	99,0%
TOTAL COSTOS DIRECTO				40,42	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				10,11	
PRECIO UNITARIO				<b>50,53</b>	

Tabla 68. Costo unitario cubre pasador 4

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-21				
RUBRO:	CUBRE PASADOR 4				
Unidad:	unidad [u]				R (U/H): 0,40 u/h
					K (H/U): 2,50 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Torno	0,20	10,00	2,00	5,00	0,41
Herramienta menor	0,20	0,50	0,10	0,25	0,02
SUBTOTAL EQUIPOS				5,25	0,44
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Tornero	0,20	3,00	0,60	1,50	0,12
Ayudante en general	0,20	1,50	0,30	0,75	0,06
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	0,19
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Cubre pasador (L=72,5mm; D=50,8mm; e=0,9mm)	mm	72,5	0,04	2,9	0,24
SUBTOTAL MATERIALES				2,90	0,240
TOTAL COSTOS DIRECTO				9,65	80,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				2,41	20,0%
PRECIO UNITARIO				<b>12,06</b>	100,0%

Tabla 69. Costo unitario pasador articulación superior cilindro hidráulico

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-22				
RUBRO:	PASADOR ARTICULACIÓN SUPERIOR CILINDRO HIDRÁULICO				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,67 u/h
					K (H/U): 0,60 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Torno	0,30	10,00	3,00	1,80	15,6%
Herramienta menor	0,30	0,50	0,15	0,09	0,8%
SUBTOTAL EQUIPOS				1,89	16,4%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	1,00	2,50	2,50	1,50	13,0%
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	13,0%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Pasador (L=315mm; D=33mm)	mm	315,0	0,03	8,1	70,6%
SUBTOTAL MATERIALES				8,15	70,6%
TOTAL COSTOS DIRECTO				11,54	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				2,88	
PRECIO UNITARIO				<b>14,42</b>	

Tabla 70. Costo unitario perfil base 1

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CÓDIGO:	EH2725-23 / EH2725-24					
RUBRO:	PERFIL BASE					
Unidad:	unidad [u]				R (U/H): 1,00 u/h	
					K (H/U): 1,00 h/u	
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%	
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,50	2,2%	
SUBTOTAL EQUIPOS				0,50	2,2%	
2:- PERSONAL						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%	
Ayudante en general	1,00	1,50	1,50	1,50	6,7%	
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	6,7%	
3:- MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%	
Perfil en L (100x60; e=6; L=1530)	mm	1,0	20,4	20,4	91,1%	
SUBTOTAL MATERIALES				20,40	91,1%	
TOTAL COSTOS DIRECTO				22,40	100,0%	
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				5,60		
PRECIO UNITARIO				<b>28,00</b>		

Tabla 71. Costo unitario atiezador inferior sección fija

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-25				
RUBRO:	ATIEZADOR INFERIOR SECCIÓN FIJA				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 0,50 u/h
					K (H/U): 2,00 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Oxicorte	0,25	4,00	1,00	2,00	31,2%
Herramienta menor	0,25	0,50	0,13	0,25	3,9%
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	35,1%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Operario oxicorte	0,25	3,50	0,88	0,88	13,7%
Ayudante en general	0,25	1,50	0,38	0,75	11,7%
SUBTOTAL PERSONAL				0,88	25,4%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Atiezador (177x48x8)	mm	1,0	2,0	2,0	31,2%
SUBTOTAL MATERIALES				2,00	31,2%
TOTAL COSTOS DIRECTO				5,13	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				1,28	
PRECIO UNITARIO				<b>6,41</b>	

Tabla 72. Costo unitario pasador articulación inferior sección fija

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-26				
RUBRO:	PASADOR ARTICULACIÓN INFERIOR SECCIÓN FIJA				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,67 u/h
					K (H/U): 0,60 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Torno	0,30	10,00	3,00	1,80	11,5%
Herramienta menor	0,30	0,50	0,15	0,09	0,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				1,89	12,1%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	1,00	2,50	2,50	1,50	9,6%
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	9,6%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Pasador (L=474mm; D=33mm)	mm	474,0	0,03	12,3	78,3%
SUBTOTAL MATERIALES				12,26	78,3%
TOTAL COSTOS DIRECTO				15,65	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				3,91	
PRECIO UNITARIO				<b>19,57</b>	

Tabla 73. Costo unitario pasador articulación inferior cilindro hidráulico

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-27				
RUBRO:	PASADOR ARTICULACIÓN INFERIOR CILINDRO HIDRÁULICO				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,67 u/h
					K (H/U): 0,60 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Torno	0,30	10,00	3,00	1,80	11,7%
Herramienta menor	0,30	0,50	0,15	0,09	0,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				1,89	12,3%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	1,00	2,50	2,50	1,50	9,8%
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	9,8%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Pasador (L=462mm; D=33mm)	mm	462,0	0,03	12,0	77,9%
SUBTOTAL MATERIALES				11,95	77,9%
TOTAL COSTOS DIRECTO				15,34	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				3,84	
PRECIO UNITARIO				<b>19,18</b>	



Tabla 74. Costo unitario pasador articulación inferior sección móvil

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-28				
RUBRO:	PASADOR ARTICULACIÓN INFERIOR SECCIÓN MÓVIL				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,67 u/h
					K (H/U): 0,60 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Torno	0,30	10,00	3,00	1,80	11,6%
Herramienta menor	0,30	0,50	0,15	0,09	0,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				1,89	12,1%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	1,00	2,50	2,50	1,50	9,6%
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	9,6%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Pasador (L=471mm; D=33mm)	mm	471,0	0,03	12,2	78,3%
SUBTOTAL MATERIALES				12,18	78,3%
TOTAL COSTOS DIRECTO				15,57	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				3,89	
PRECIO UNITARIO				<b>19,47</b>	

Tabla 75. Costo unitario perfil base 3

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CÓDIGO:	EH2725-29				
RUBRO:	PERFIL BASE 3				
Unidad:	unidad [u]				
					R (U/H): 1,00 u/h
					K (H/U): 1,00 h/u
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Herramienta menor	1,00	0,50	0,50	0,50	5,6%
SUBTOTAL EQUIPOS				0,50	5,6%
2:- PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Ayudante en general	1,00	1,50	1,50	1,50	16,7%
SUBTOTAL PERSONAL				1,50	16,7%
3:- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%
Perfil en L (100x60; e=6; L=490)	mm	1,0	7,0	7,0	77,7%
SUBTOTAL MATERIALES				7,00	77,7%
TOTAL COSTOS DIRECTO				9,00	100,0%
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				2,25	
PRECIO UNITARIO				11,25	

Tabla 76. Costo unitario atiezador inferior sección móvil

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
CÓDIGO:	EH2725-30					
RUBRO:	ATIEZADOR INFERIOR SECCIÓN MÓVIL					
Unidad:	unidad [u]				R (U/H): 1,00 u/h	
					K (H/U): 1,00 h/u	
1:- EQUIPOS (MAQUINARIA)						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	TARIFA HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%	
Oxicorte	0,50	4,00	2,00	2,00	28,6%	
Herramienta menor	0,50	0,50	0,25	0,25	3,6%	
SUBTOTAL EQUIPOS				2,25	32,1%	
2:- PERSONAL						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	JORNAL / HORA	COSTO	COSTO UNITARIO	%	
Operario oxicorte	0,50	3,50	1,75	1,75	25,0%	
Ayudante en general	0,50	1,50	0,75	0,75	10,7%	
SUBTOTAL PERSONAL				1,75	35,7%	
3:- MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	CONSUMO	%	
Atiezador (485x48x8)	mm	1,0	3,0	3,0	42,9%	
SUBTOTAL MATERIALES				3,00	42,9%	
TOTAL COSTOS DIRECTO				7,00	100,0%	
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES: (8%+12%)				1,75		
PRECIO UNITARIO				<b>8,75</b>		

## 5.2. EVALUACIÓN FINANCIERA

Después de realizar el análisis de costos unitarios se obtiene los rubros finales, que dan la pauta del valor real del elevador. (Ver tabla 77)

Tabla 77. Análisis del costo total

INSTITUCIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE DOBLE TIJERAS ACCIONADO HIDRÁULICAMENTE PARA VEHÍCULOS CON UNA CAPACIDAD DE HASTA 4,0 TONELADAS					
ANÁLISIS DEL COSTO TOTAL					
RUBRO N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Atiezador superior sección fija	u	2	28,75	57,50
2	Bocín	u	36	24,69	888,75
3	Anillo de seguridad	u	12	0,30	3,60
4	Alza superior sección fija	u	4	8,13	32,50
5	Chumacera	u	12	16,25	195,00
6	Empaque articulaciones	u	44	4,00	176,00
7	Cubre pasador 1	u	4	22,47	89,89
8	Pasador articulaciones superior sección fija	u	2	19,47	38,94
9	Atiezador superior sección móvil	u	2	73,44	146,88
10	Pasador articulación superior sección móvil	u	2	21,94	43,89
11	Alza superior sección móvil	u	4	12,19	48,75
12	Perfil guía	u	8	10,63	85,00
13	Cubre pasador 2	u	4	26,47	105,89
14	Roldana	u	8	10,00	80,00
15	Separador brazos	u	16	11,47	183,57
16	Tuerca de fijación y extracción	u	28	3,00	84,00
17	Pasador uniones	u	8	10,29	82,33
18	Chapa de seguridad	u	28	1,00	28,00
19	Cubre pasador 3	u	4	22,47	89,89
20	Pasador articulaciones medias	u	4	18,59	74,34
21	Placa base	u	8	5,31	42,50
22	Pernos de anclaje	u	16	62,50	1000,00
23	Rampas	u	4	42,53	170,10
24	Brazo especial de elevación	u	4	48,63	194,50
25	Brazo elevador	u	12	48,44	581,25
26	Cilindro Hidráulico	u	2	1270,00	2540,00
27	Plataforma	u	2	50,53	101,05
28	Apoyo bastidos	u	4	10,00	40,00
30	Cubre pasador 4	u	4	12,06	48,25
31	Pasador articulación superior cilindro	u	2	14,42	28,85

RUBRO Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
32	Perfil base 1 y 2	u	4	28,00	112,00
33	Atiezador inferior sección fija	u	2	6,41	12,81
34	Pasador articulación inferior sección fija	u	2	19,57	39,13
36	Pasador articulación inferior cilindro	u	2	19,18	38,35
37	Pasador articulación inferior sección móvil	u	2	19,47	38,94
38	Perfil base 3	u	4	11,25	45,00
39	Atiezador inferior sección móvil	u	2	8,75	17,50
				PRECIO	<b>7584,95</b>

### 5.3. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Para la ejecución de este tipo de proyecto, la principal fuente de financiamiento proviene de ahorros y otras formas de recursos personales. Así también las fuentes más comunes son créditos bancarios, para los cuales la fuente de financiamiento son préstamos.

Finalmente se podrá realizar este tipo de proyectos con el impulso del Estado, prestando las facilidades para la investigación en este tipo de proyectos.

## CONCLUSIONES

- Para el proceso de este diseño se toma en cuenta factores como la disponibilidad de materiales existentes en el mercado para la fabricación.
- El elevador es una estructura rígida, segura y funcional, debido a los parámetros del diseño que se encuentra acorde a lo aprendido, evitando sobredimensionar los elementos y elevar los costos de fabricación.
- Gracias a la ergonomía presente en la máquina el operario puede realizar cualquier tipo de mantenimiento sin ningún tipo de problemas, ya que se ha considerado los parámetros funcionales y estéticos en el diseño del equipo.
- La máquina diseñada tiene como factor de seguridad fundamental 2.2, acorde a los requerimientos, necesidades y recomendaciones de las normas internacionales establecidas para el diseño de este tipo de equipos.
- El material utilizado, es el acero estructural A-36, laminado en caliente; el cual posee grandes ventajas como son: rigidez, ductilidad, tenacidad, soldabilidad, isotropía, resistencia a la fatiga.
- Para la selección de la alternativa escogida se considero varios factores importantes; analizando la relación costo beneficio para los talleres interesados.
- Los elementos del circuito hidráulico están de acuerdo con las funciones y necesidades de los talleres automotrices que utilizan estos equipos, quienes requieren de varias posiciones para realizar el mantenimiento de los vehículos.

- Mediante el análisis de costos el elevador hidráulico, es un 50% más económico de los existentes en el mercado, es recomendable su construcción en serie.

## RECOMENDACIONES

- Para que pueda tener éxito en el proyecto desarrollado se sugiere que el prototipo diseñado, sea construido y utilizado en un taller automotriz.
- Para la construcción del elevador de doble tijeras se debe considerar personal capacitado y actualizado, ya que existen soldaduras las cuales deben ser las correctas con el fin de evitar fallas por soldadura pese a que la soldadura es funcional.
- Se debe tener en cuenta el tiempo de uso del elevador para poder realizar un mantenimiento adecuado para evitar incidentes y accidentes al momento de su operación.
- Se recomienda dar impulso a este tipo de proyecto que aporta al desarrollo de otras áreas de la ingeniería como la automotriz, la cual será una fuente de trabajo importante para los Ingenieros Mecánicos.
- Se debe tener en cuenta la capacidad máxima de carga, para evitar fallos en el momento de operar la máquina y garantizar su vida útil.

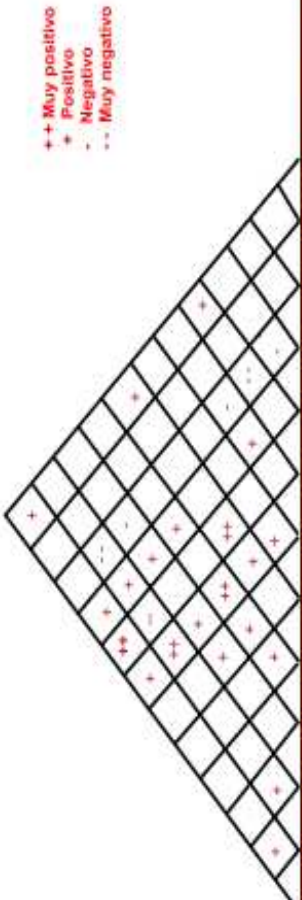


## BIBLIOGRAFÍA:

- STEWART, H.L.; STORRER, J.M.; ABC de los Circuitos Hidráulicos; 1<sup>era</sup> Edición; México; Editorial Diana; 1979. BIBLIOGRAFIA LIBRO DE NEUMATICA
- AISC; “Manual of Steel Construction”; 8<sup>th</sup>. Edition; Chicago; 1982.
- BRESLER, LIN Y SCALZI; Diseño de Estructuras de Acero; México; Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- PARKER; Industry Hydraulic Tecnology, 21<sup>th</sup> Ed.; Ohio, Group Parker Hannifin Cosporation; 1986; págs. 4-5.
- RIBA, C.; “Diseño Concurrente”; Grupo Editorial ETSEIB-UPC; Enero 2002.
- SHIGLEY, J.; “Diseño en Ingeniería Mecánica”; 2<sup>da</sup>.Edición; México; McGraw-Hill; 1980.
- STEWART, H.L.; STORRER, J.M.; ABC de los Circuitos Hidráulicos; 1<sup>era</sup> Edición; México; Editorial Diana; 1979.
- [www.ivedur.com.uy/productos.html#55](http://www.ivedur.com.uy/productos.html#55)
- [www.ivedur.com.uy/productos.html#55](http://www.ivedur.com.uy/productos.html#55)
- [www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica22.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm)
- [www.tecnoautomat.com/pdf/CILINDROS\\_NEUMATICOS.pdf](http://www.tecnoautomat.com/pdf/CILINDROS_NEUMATICOS.pdf)
- [www.rferricolombia.com/doc/ElevadoresG-30\\_G-40.pdf](http://www.rferricolombia.com/doc/ElevadoresG-30_G-40.pdf)

- [www.mitecnologico.com/Main/CostosIndirectosDeFabricacion](http://www.mitecnologico.com/Main/CostosIndirectosDeFabricacion)
- [www.mitecnologico.com/Main/CostosDirectos](http://www.mitecnologico.com/Main/CostosDirectos)
- [http://books.google.com/books?id=gF7TV6c0Y6QC&pg=PA704&lpg=PA704&dq=cuanto+soportan+los+ejes+de+los+automoviles&source=bl&ots=PbRqe8qiHd&sig=Q7sd0oE8dDAadzSfJ11bnaMFS\\_M&hl=es&ei=BYcsTf\\_oCcWqlAfR4InGCg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=6&ved=0CDoQ6AEwBQ#v=onepage&q&f=fals](http://books.google.com/books?id=gF7TV6c0Y6QC&pg=PA704&lpg=PA704&dq=cuanto+soportan+los+ejes+de+los+automoviles&source=bl&ots=PbRqe8qiHd&sig=Q7sd0oE8dDAadzSfJ11bnaMFS_M&hl=es&ei=BYcsTf_oCcWqlAfR4InGCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CDoQ6AEwBQ#v=onepage&q&f=fals)
- <http://estructurasacero.blogspot.com/2007/06/atiesadores-intermedios-cuando-los.html>

**ANEXO I**  
**CASA DE LA CALIDAD**



++ Muy positivo  
 + Positivo  
 - Negativo  
 -- Muy negativo

COMPETENCIAS

VOZ DEL USUARIO VOZ DEL INVENTARIO

No	Necesidad del Cliente	Tipos de demanda	Presencia de la estructura	Capacidad de adaptación a distintas poses	Potencia de elevación	Ergonomía	Mantenimiento del elevador	Nivel de ruido	Seguridad laboral	Tiempo de vida útil	Estabilidad	El costo de fabricación	Montaje y desmontaje	Resistencia a la corrosión	TALARES 26-26	REGASERVICIO AUTOMÁTICO	Plataen Power	OBJETIVOS	ÍNDICE DE MEJORA	FACTOR DE VENTA	IMPORTANCIA	PONDERACIÓN	PONDERACIÓN %	
1	La estructura del elevador sea sólida	Básica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0,91	1,2	3	3	9,0	6,37%
2	Soporte gran capacidad	Unidimensional	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,26	1,8	3	3	3,8	13,08%
3	Obtener un sistema de potencia óptimo con el fin de evitar accidentes	Básica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,00	1,2	3	3	3,0	8,00%
4	Poder resolver el mantenimiento del ascensor en el menor tiempo posible.	Unidimensional	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,26	1,8	3	3	4,0	10,69%
5	El mantenimiento que se le da al elevador sea el más	Estimularse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,50	1	3	3	3,3	8,28%
6	Que no produzca ruido al momento de su operación	Básica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,00	1	3	3	4,0	9,88%
7	No produzca daños a terceros	Básica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,50	1,2	3	3	3,8	8,85%
8	Que el sistema dure por mucho tiempo	Estimularse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,50	1,8	3	3	4,0	9,87%
9	Evitar que la máquina vibre de forma muy violenta	Básica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,00	1,2	3	3	3,4	7,33%
10	El costo de fabricación no sea muy alto	Estimularse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,26	1,8	3	3	3,8	10,46%
11	Un fácil montaje y desmontaje del sistema si fuese necesario	Unidimensional	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,00	1,2	3	3	3,4	8,28%
12	No haya daños por el medio ambiente	Básica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,26	1,8	3	3	4,0	9,88%

FACTOR DE INCIDENCIA:  
 Fuente = 3  
 Medio = 2  
 Bajo = 1

EVALUACIÓN TÉCNICA

Talares 26-26	13,22%	13,60%	12,85%	3,67%	7,88%	1,90%	14,76%	7,88%	10,55%	6,43%	2,80%	5,00%	100,00%
Moja Servicos Automotriz	240,075	263,475	235,425	67,5	141,4	38	279,075	54	294,075	121,5	94,5	1800,025	
Plataen Power	13,22%	13,60%	12,85%	3,67%	7,88%	1,90%	14,76%	7,88%	10,55%	6,43%	2,80%	5,00%	100,00%

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Modelo	4 Tornadas	Con base a las 4	Caraca de Norma	Previsto	Declaro 2090	Declaro 2090	Seguridad laboral	Tiempo de vida útil	Estabilidad	El costo de fabricación	Montaje y desmontaje	Resistencia a la corrosión	Muy alta
Modelo	4	5	4	3	2	2	3	4	3	4	3	4	4

**ANEXO II**  
**ESPECIFICACIONES CAMIONETA FORD F-150 XLT**



**2010MY J1 F150 XLT - BU ( P415 ) - Ecuador**  
**Especificaciones Técnicas**

<b>GENERAL</b>		<b>F150 XLT</b>
Modelo – Carrocería	F150 XLT - 4.6L V8- 4x2 – Doble Cabina - Caja Carga 5.5" - Styleside	
Catalogo	EWC0	
<b>DIMENSIONES</b>		<b>F150 XLT</b>
B Longitud total	5885 mm	
G Ancho total Incluyendo Retrovisores)	2464 mm	
A Distancia entre ejes:	3670 mm	
CH Altura Total:	1887 mm	
<b>PESOS Y CAPACIDADES</b>		<b>F150 XLT</b>
Peso bruto vehicular (GVW):	3130 Kg	
Peso vacío con caja carga:	2363 Kg	
Capacidad de Carga con caja carga:	767 Kg	
<b>MOTOR</b>		<b>F150 XLT</b>
Marca	Ford	
Tipo	TRITON 4.6L - 3V SEFI V8	
Posición	Longitudinal	
Desplazamiento (cc)	4.606	
Potencia Máxima	292 HP @ 5700 RPM	
Torque Máximo	320 Lb-ft ( 433.86 N-mt ) @ 4000 RPM	
Relación de Compresión	9.8:1	
Emisiones	NORMA US-91 SISTEMA DE ESCAPE CON CONVERTIDOR CATALITICO	
<b>TRANSMISIÓN &amp; TRACCIÓN</b>		<b>F150 XLT</b>
Tipo	6R80E. Ford Transmisión Automática ( 6 Vel. con O/D)	
Relación Engranajes	4,17 : 1	
1ra.	2,34 : 1	
2da.	1,52 : 1	
3ra.	1,14 : 1	
4ta.	0,86 : 1	
5ta.	0,69 : 1	
6ta.	3,40 : 1	
Reversa	-	
Caja de Transferencia	-	
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>		<b>F150 XLT</b>
Tipo	Inyección Electrónica en Puertos Secuencial (SEFI)	
No. de Inyectores	8	
Filtros de Combustible	01 EN SERIE, REEMPLAZABLE	
Filtro de Aire	SECO REEMPLAZABLE	
Capacidad tanque de combustible	98 Lts	
Tipo de Gasolina	GASOLINA 91 OCT- SIN PLOMO / E85	
Emisiones	NORMA US-91 SISTEMA DE ESCAPE CON CONVERTIDOR CATALITICO	
<b>CHASIS</b>		<b>F150 XLT</b>
Tipo	Escalera independiente de la carrocería con largueros laterales y travesaños. Acero.	
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>		<b>F150 XLT</b>
Tipo	Frenos Hidráulicos de Potencia- 4 Discos- ABS en 04 ruedas	
<b>SUSPENSIÓN - EJES</b>		<b>F150 XLT</b>
Suspensión Delantera - Tipo	Suspensión Independiente de doble 'wishbone' y eje largo IFS (Coil - Over - Shock)	

**ANEXO III**  
**ESPECIFICACIONES CHEVROLET SPARK**

**LUCES INDICADORAS**

Aviso de puerta abierta.	x
Baja presión de aceite motor.	x
Freno de parqueo aplicado y falla en sistema hidráulico.	x
Funcionamiento motor (Check Engine).	x
Luces de posición y direccionales.	x
Luces principales intermedias y plenas.	x
Sistema eléctrico deficiente.	x

**DIMENSIONES INTERNAS (mm)**

Largo	1.729 mm.
Ancho	1.270 mm.
Alto	1.238 mm.
Espacio para cabeza (del./post.)	1.004/959 mm.
Espacio para piernas (del./post.)	1.022/900 mm.
Espacio para hombros (del./post.)	1.250/1.250 mm.

**CONTROLES Y MEDIDORES**

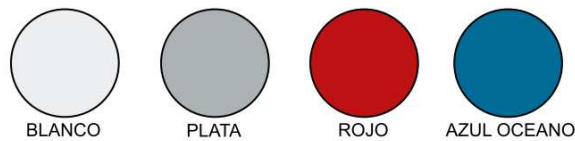
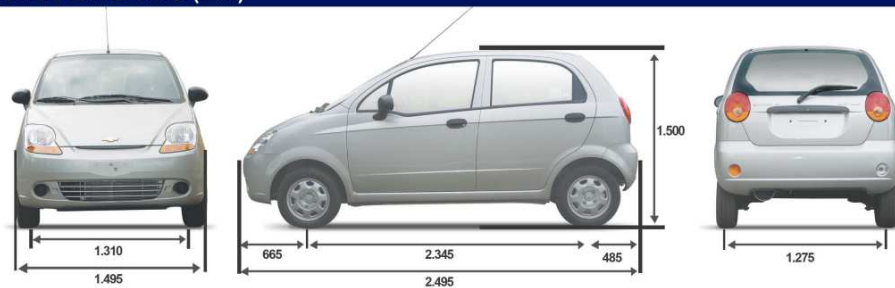
Nivel de combustible	x
Odómetro total y parcial.	x
Velocímetro.	x

**OTRO EQUIPO**

Llanta de repuesto	x
Manual del conductor	x

**APARIENCIA**

Alfombra piso cajuela.	x
Antena.	x
Asientos en tela.	x
Bandeja portaobjetos posterior.	x
Bumpers color carrocería.	x
Corbatín "Chevrolet" en tapa motor.	x
Emblema posterior "Spark"	x
Espejos exteriores color negro.	x
Manijas exteriores de puertas color negro.	x
Manija cajuela negra.	x
Panel de instrumentos color negro.	x
Tapa cubos sobre aros de acero.	x
Vidrio frontal con banda degradé.	x
Vidrios tinturados.	x

**DIMENSIONES EXTERNAS (mm)**



**ANEXO IV**  
**CATÁLOGOS MATERIALES EMPLEADOS**



## Tubo Mecánico: Redondo

DESIGNACION		ESPESOR	PESO	AREA		PROPIEDADES		
DIAMETRO EXTERIOR (D)		e	P	A	I	W	i	
Plg	mm	mm	Kg/6m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	
1/2	12.70	0.60	1.12	0.23	0.04	0.07	0.43	
		0.75	1.40	0.28	0.05	0.08	0.42	
		0.90	1.60	0.35	0.06	0.09	0.41	
		1.10	1.93	0.40	0.07	0.11	0.41	
		1.50	2.64	0.53	0.08	0.13	0.39	
5/8	15.88	0.60	1.44	0.29	0.08	0.11	0.54	
		0.75	1.80	0.36	0.10	0.13	0.53	
		0.90	1.98	0.44	0.12	0.15	0.51	
		1.10	2.40	0.51	0.14	0.18	0.52	
		1.50	3.28	0.68	0.18	0.22	0.51	
3/4	19.05	0.60	1.68	0.35	0.15	0.16	0.65	
		0.75	2.10	0.43	0.19	0.19	0.65	
		0.90	2.40	0.54	0.22	0.23	0.64	
		1.10	2.94	0.62	0.25	0.26	0.63	
		1.50	3.90	0.83	0.32	0.34	0.62	
7/8	22.22	0.60	1.92	0.41	0.24	0.21	0.76	
		0.75	2.35	0.50	0.29	0.26	0.76	
		0.90	2.82	0.63	0.36	0.32	0.75	
		1.10	3.42	0.73	0.41	0.37	0.75	
		1.50	4.62	0.98	0.53	0.47	0.74	
1	25.40	0.60	2.19	0.47	0.36	0.28	0.88	
		0.75	2.72	0.58	0.44	0.35	0.87	
		0.90	3.24	0.73	0.55	0.43	0.87	
		1.10	3.96	0.84	0.62	0.49	0.86	
		1.50	5.28	1.13	0.81	0.64	0.85	
1 1/4	31.75	0.90	4.14	0.92	1.09	0.69	1.18	
		1.10	4.98	1.06	1.24	0.78	1.08	
		1.50	6.72	1.43	1.63	1.03	1.07	
1 1/2	38.10	0.90	5.00	1.11	1.91	1.00	1.31	
		1.10	6.00	1.28	2.19	1.15	1.31	
		1.50	8.10	1.72	2.89	1.52	1.30	
1 3/4	44.45	0.90	6.02	1.30	3.07	1.38	1.54	
		1.10	6.99	1.50	3.52	1.58	1.53	
		1.50	9.48	2.02	4.67	2.10	1.52	
1 7/8	47.63	0.90	6.30	1.40	3.80	1.60	1.65	
		1.10	7.62	1.61	4.35	1.83	1.64	
		1.50	10.32	2.17	5.79	2.43	1.63	
2	50.80	0.90	6.64	1.49	4.62	1.82	1.76	
		1.10	8.09	1.72	5.30	2.09	1.76	
		1.50	10.92	2.32	7.06	2.78	1.74	
2 3/8	60.33	1.50	13.08	2.77	12.00	3.98	2.08	
2 1/2	63.50	1.50	13.74	2.92	14.05	4.42	2.19	

### NOMENCLATURA

**A**= Area de la selección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>

**W**= Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>

**I**= Momento de Inercia de la sección, cm<sup>4</sup>

**i**= Radio de giro de la sección, cm



### ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Standard: 6 m

Recubrimiento: Negro o galvanizado

Dimensiones: Desde 1/2 a 2 1/2 plg

Espesores: Desde 0.6 a 1.5 mm

Calidad del Acero: JIS G 3141 SPCC-SD

ASTM A366

Observaciones: Otros largos previa consulta

### NORMA INTERNA

Tolerancias:

$\varnothing$  1/2" -  $\varnothing$  1 3/4"  $\pm$  0.50% diámetro nominal

$\varnothing$  1 7/8" -  $\varnothing$  3"  $\pm$  0.75% diámetro nominal

Variación Longitud: - 0 mm

+ 10 mm

Rectitud: 0.4% de longitud (máximo)

Ovalamiento: 1% diámetro nominal (máximo)

### ENSAYOS

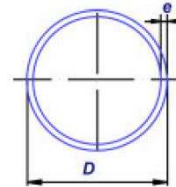
Abocardado: 25% diámetro nominal

Aplastamiento: Total

Doblado: 90° con radio interior mínimo 6 veces el diámetro nominal

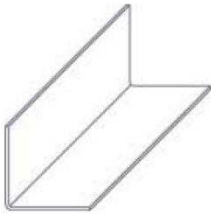
### APLICACIONES

- Muebles Metálicos en general
- Plateros de cocina
- Cerrajería (rejas, puertas, etc)
- Partes y piezas productos línea blanca
- Tubos para closets
- Rieles de cortinas
- Ductos para cocinas
- Fabricación de remolques
- Tubos de escape para vehículos





## Perfil Estructural: Ángulo Doblado



### ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Standard: 6 metros  
 Recubrimiento: negro o galvanizado  
 Espesores: Desde 1.5 a 10 milímetros  
 Calidad del Acero: ASTM A-36  
 Observaciones: Otros largos y dimensiones previa consulta  
 Medidas: 3/4" a 4"



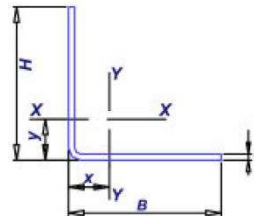
DIMENSIONES			PESO	PROPIEDADES					
H	B	e		P	AREA		EJES X-X e Y-Y		
mm	mm	mm	Kg/6m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	x = y	
20	20	2	3.46	0.73	0.28	0.2	0.6	0.59	
		3	4.96	1.05	0.38	0.38	0.6	0.64	
25	25	2	4.38	0.93	0.57	0.32	0.8	0.72	
		3	6.36	1.35	0.79	0.45	0.8	0.77	
30	30	2	5.34	1.13	1	0.46	0.9	0.84	
		3	7.78	1.65	1.41	0.67	0.9	0.89	
40	40	2	7.23	1.53	2.44	0.84	1.3	1.09	
		3	10.61	2.25	3.5	1.22	1.3	1.14	
		4	13.83	2.94	4.46	1.58	1.2	1.19	
		5	16.9	3.59	5.31	1.92	1.2	1.24	
50	50	2	9.11	1.93	4.86	1.33	1.6	1.34	
		3	13.43	2.85	7.03	1.95	1.6	1.39	
		4	17.6	3.74	9.04	2.54	1.6	1.44	
		5	21.61	4.59	10.9	3.1	1.5	1.48	
60	60	5	26.32	5.59	19.4	4.55	1.9	1.73	
		6	31.14	6.61	22.6	5.35	1.9	1.78	
65	65	5	26.68	6.09	25	5.38	2	1.86	
		6	33.96	7.21	29.1	6.34	2	1.9	
75	75	6	40.32	8.4	45.76	8.57	2.3	2.16	
		8	52.56	10.95	58.03	11.06	2.3	1.25	
		10	64.92	13.36	68.89	13.38	2.3	2.35	
80	80	8	56.4	11.75	71.32	12.67	2.5	2.37	
		10	68.94	14.36	84.97	15.36	2.4	2.47	
100	100	8	71.76	14.95	144.6	20.29	3.1	2.87	
		10	88.14	18.36	173.9	24.73	3.1	2.97	

### NORMA INTERNA

Fabricación: Según Norma INEN 1623  
 Tolerancias:  $h \leq 125 \text{ mm} \pm 1,50 \text{ mm}$   
 $h > 125 \text{ mm} \pm 2,00 \text{ mm}$   
 Si espesor (1.5 - 5mm)  $b \pm 1,50 \text{ mm}$   
 Si espesor (mayor a 5mm)  $b \pm 2,00 \text{ mm}$   
 Longitud: -0  
 $+ 40 \text{ mm}$   
 Radio: 3 veces el espesor

### APLICACIONES

- Conformación de elementos estructurales (Cerchas)
- Torres
- Estantería
- Cerrajería en general ventanas, puertas, camas
- Estructura rótulos
- Vitrinas
- Cerramientos
- Vallas publicitarias
- Chasis de camiones
- Remolques

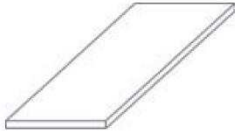


### NOMENCLATURA

**A**= Área de la selección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>    **W**= Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>  
**I**= Momento de Inercia de la sección, cm<sup>4</sup>    **i**= Radio de giro de la sección, cm  
**X**= Distancia desde el eje menor Y-Y a la superficie exterior de un perfil, cm



## Plancha de Acero: Para Puentes



### ■ ESPECIFICACIONES GENERALES

Laminado en caliente: ASTM  
A 588 Gr A  
Espesor: 8mm - 30mm



### ■ NORMA INTERNA

Especificaciones bajo norma ASTM A6

### ■ APLICACIONES

- Conformación de elementos de alma llena
- Conformación de cajetines para cerchas de puentes
- Conformación de viguetas de puentes
- Placas de apoyo



### ■ TABLA DE PESOS APROXIMADOS

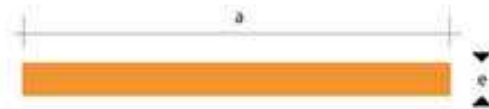
ESPEJOR	PESO POR PLANCHA	DIMENSIONES
mm	Kg	mm
8	1884.00	2500 x 12000
10	2355.00	2500 x 12000
12	2826.00	2500 x 12000
15	3532.50	2500 x 12000
20	4710.00	2500 x 12000
25	4710.00	2500 x 9600
30	4710.00	2500 x 8000




## PLATINAS




CALIDAD: PREVIA CONSULTA  
 DIMENSIONES: PLATINA AC INOX 328 2MM a 50X6000X6M  
 ACABADO: PREVIA CONSULTA



Seleccione el producto para agregarlo a la proforma.   
[Bajar documentación](#)



Proforma 	
<input type="checkbox"/>	PLTA1025030 PLATINA ACERO INOXIDABLE AISI 301 1X1/8
<input type="checkbox"/>	PLTA1025040 PLATINA ACERO INOXIDABLE AISI 304 1X3/16
<input type="checkbox"/>	PLTA1040030 PLATINA ACERO INOXIDABLE AISI 304 11/2X1/8
<input type="checkbox"/>	PLTA1040040 PLATINA ACERO INOXIDABLE AISI 11/2X3/16
<input type="checkbox"/>	PLTA1050030 PLATINA ACERO INOXIDABLE AISI 304 2X1/8
<input type="checkbox"/>	PLTA1050040 PLATINA ACERO INOXIDABLE AISI 304 2X3/16
<input type="checkbox"/>	PLTA1050060 PLATINA ACERO INOXIDABLE AISI 304 2X1/4