

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA HIDRÁULICA
PARA ELEVAR AUTOS DE HASTA 1000 KG PARA
TRANSPORTAR EN UN FURGÓN PARA LA EMPRESA SEMACAR
CÍA. LTDA.**

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

AUTORA:

Marjorie Paola Cuñas Cuñas
(mpao_90cc@hotmail.com)

DIRECTOR: MSc. Jaime Raúl Vargas Tipanta
(jaime.vargas@epn.edu.ec)

CO-DIRECTOR: MSc. Mario Germán Granja Ramírez
(mario.granja@epn.edu.ec)

Quito, Julio 2015

DECLARACIÓN

Yo, MARJORIE PAOLA CUÑAS CUÑAS, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Marjorie Paola Cuñas Cuñas

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por MARJORIE PAOLA CUÑAS CUÑAS bajo nuestra supervisión.

MSc. Jaime Vargas T.
DIRECTOR DEL PROYECTO

MSc. Mario Granja R.
Co-DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por darme salud, sabiduría, confianza y fe para permitirme alcanzar este objetivo.

A mi madre por haberme dado el regalo más grande, la vida y por todo su amor, enseñanzas y confianza constante.

A mi padre quien es mi inspiración, por demostrarme que a pesar de todas las pruebas difíciles que nos ha puesto la vida siempre se puede salir adelante. Papito no se olvide que usted es mi genio favorito por todas esas ideas locas y tan maravillosas que siempre logra plasmar y hacerlas realidad.

A mis hermanos Renata, Tommy, Peter y Lincold, que son los angelitos más hermoso del mundo , por su amor, cariño y comprensión.

Al Ing. Jaime Vargas Director del Proyecto, quien me permitio culminar esta etapa de mi vida con su apoyo incondicional y sobre todo por haber tenido una gran paciencia Dios le pague ING !!!.

Al Ing. Mario Granja Codirector del Proyecto, por ayudarme y guiarme en todo el desarrollo del proyecto.

Al Ing. Diego Freire, por la confianza que depositó en mi, brindándome la oportunidad de participar en este Proyecto tan importante generado en su empresa.

A la empresa Semacar Cia. Ltda., así como también a todo su personal, que me brindaron su tiempo y esfuerzo para la ejecución del presente proyecto.

A Diego Sebastian, por su amor, apoyo incondicional y sobre todo por estar conmigo en los buenos y malos momentos.

A mis amigas, amigos y en especial a Miguel, Fercho, Robin, Juanito y Javi, por su granito de arena para alcanzar este objetivo y por la alegría de haber compartido juntos esta hermosa etapa de la vida en la poli.

Marjorie Cuñas

DEDICATORIA

A Dios que supo poner a las personas correctas en mi camino y siempre me ha llenado de bendiciones.

A mis padres Ramiro y Susana, quienes día a día con sus consejos y apoyo incondicional han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento.

Marjorie Cuñas

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	XIX
ÍNDICE DE FIGURAS	XXII
RESUMEN.....	XXVIII
Capítulo 1 MARCO TEÓRICO	30
1.1. INTRODUCCIÓN	30
1.2. GENERALIDADES DE LOS FURGONES.....	30
1.2.1. TIPOS DE FURGONES	30
1.2.1.1. Furgón estándar	30
1.2.1.2. Furgón de aluminio estándar	30
1.2.1.3. Furgón estándar II.....	31
1.2.1.4. Furgón mixto estándar	32
1.2.1.5. Furgón mixto especial	33
1.2.1.6. Furgón termo panel	33
1.2.1.7. Furgón de catering.....	33
1.3. FUNDAMENTOS DE LAS PLATAFORMAS HIDRÁULICAS PARA ELEVACIÓN DE CARGA Y SU CLASIFICACIÓN.....	35
1.3.1. SEGÚN SU SISTEMA DE ELEVACIÓN HIDRÁULICO.....	36
1.3.1.1. Plataforma tipo tijera.....	36
1.3.1.2. Plataforma articulada	37
1.3.1.3. Plataforma telescópica	37
1.3.2. POR SU SISTEMA DE TRASLACIÓN HIDRÁULICO	39
1.3.2.1. Plataforma autopropulsada	39
1.3.2.2. Plataforma remolcable	40
1.3.2.3. Plataforma sobre un camión.....	41
1.4. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA HIDRÁULICA, Y PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS HIDRÁULICOS	42
1.4.1. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA HIDRÁULICA	43

1.4.1.1.	Principio de pascal	43
1.4.1.2.	Multiplicador de presión	45
1.4.1.3.	Ecuación de la continuidad	45
1.4.1.4.	Principio de Bernoulli	47
1.4.2.	PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS HIDRAÚLICOS	48
1.4.2.1.	Masa	48
1.4.2.2.	Peso	48
1.4.2.3.	Peso específico	48
1.4.2.4.	Viscosidad	48
1.4.2.5.	Índice de la viscosidad	49
1.4.2.6.	Punto de fluidez	49
1.4.2.7.	Punto de inflamación	49
1.5.	LOS CILINDROS HIDRÁULICOS, PARTES Y SU CLASIFICACIÓN	49
1.5.1.	PARTES DE LOS CILINDROS HIDRAÚLICOS	49
1.5.1.1.	Cuerpo del cilindro	50
1.5.1.2.	Vástago	51
1.5.1.3.	Cabeza posterior del cilindro	51
1.5.1.4.	Cabeza delantera del cilindro	52
1.5.1.5.	Pistón	52
1.5.1.6.	Juntas de vástago	53
1.5.1.7.	Juntas de pistón	53
1.5.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS CILINDROS HIDRAÚLICOS	53
1.5.2.1.	Cilindro de simple efecto	54
1.5.2.2.	Cilindro de doble efecto	54
1.5.2.3.	Cilindro de doble vástago	54
1.5.2.4.	Cilindro telescópico	54
Capítulo 2 ANÁLISIS MODULAR Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS		55
2.1.	IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	55
2.2.	DESARROLLO DE LA CASA DE LA CALIDAD	55
2.2.1.	VOZ DEL USUARIO	55
2.2.2.	VOZ DEL INGENIERO	55
2.2.3.	Valores de referencia	56

2.2.3.1.	Carga	56
2.2.3.2.	Carrera de elevación	57
2.2.3.3.	Área de la plataforma	57
2.2.4.	CASA DE LA CALIDAD	58
2.2.5.	ANÁLISIS DE LA CASA DE LA CALIDAD	58
2.2.6.	DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES	59
2.3.	ANÁLISIS FUNCIONAL	60
2.3.1.	DIVISIÓN MODULAR	60
2.3.1.1.	Análisis de la división modular	60
2.3.1.2.	Módulo de Control	60
2.3.1.3.	Módulo Estructural	60
2.3.1.4.	Módulo de Posicionamiento	63
2.3.1.5.	Módulo de Seguridad	63
2.4.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	63
2.4.1.	SOLUCIÓN DEL MÓDULO ESTRUCTURAL	63
2.4.1.1.	Extensión de plataforma	63
2.4.1.1.1.	<i>Alternativa A: Rampa plegable contra plataforma.</i>	63
2.4.1.1.2.	<i>Alternativa B: Rampa deslizante con empuñaduras</i>	64
2.4.1.1.3.	<i>Alternativa C: Rampa deslizante con perforaciones</i>	65
2.4.1.2.	Evaluación y selección de alternativas del módulo estructural	66
2.4.2.	SOLUCIÓN DEL MÓDULO DE POSICIONAMIENTO	68
2.4.2.1.	Solución para subir y bajar la plataforma	68
2.4.2.1.1.	<i>Alternativa 1: Elevador de dos columnas con alojamiento para cilindros hidráulicos y cables</i>	68
2.4.2.1.2.	<i>Alternativa 2: Elevador de dos columnas con alojamiento para cilindros hidráulicos y cadenas</i>	69
2.4.2.2.	Solución para abrir, plegar y posicionar la plataforma	70
2.4.2.2.1.	<i>Alternativa 1: Inclinamiento de la plataforma con una grúa de arrastre o carrete eléctrico</i>	70
2.4.2.2.2.	<i>Alternativa 2: Inclinamiento de la plataforma con una grúa de arrastre o carrete hidráulico</i>	71
2.4.2.2.3.	<i>Alternativa 3: Inclinamiento de la plataforma con dos cilindros hidráulicos laterales.</i>	73

2.4.2.3. Evaluación y selección de alternativas del módulo de posicionamiento	74
2.4.3. SOLUCIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL	77
2.4.3.1. Solución para controlar el sistema	77
2.4.3.1.1. Alternativa 1: Control a través de un mando hidráulico de dos posiciones doble efecto	77
2.4.3.1.2. Alternativa 2: Control a través de un mando hidráulico de cuatro posiciones de simple efecto	78
2.4.3.2. Solución para conectar y desconectar los componentes	79
2.4.3.2.1. Alternativa 1: Utilización de toma de fuerza	79
2.4.3.2.2. Alternativa 1: Utilización de centralina hidráulica	80
2.4.3.3. Evaluación y selección de alternativa para el módulo de control.....	81
2.4.4. SOLUCIÓN DEL MÓDULO DE SEGURIDAD	84
2.4.4.1. Solución retirar y colocar el seguro de la plataforma.	84
2.4.4.1.1. Alternativa A: Aseguramiento de la plataforma con pernos internos.....	84
2.4.4.1.2. Alternativa B: Aseguramiento de la plataforma con una cadena y candado.	85
2.4.4.2. Evaluación y selección de alternativas del módulo de seguridad	86
2.4.5. SOLUCIÓN FINAL	87
2.5. PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	88
2.5.1. VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES GENERALES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	89
2.5.2. VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS.....	89
2.5.3. COMPROBACIÓN DE LA PLATAFORMA EN VACÍO Y CON CARGA	90
Capítulo 3 CÁLCULO, SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES.....	92
3.1 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO	92
3.1.1 CARGAS.....	92
3.1.1.1 Cargas estáticas o muertas	92
3.1.1.2 Cargas dinámicas o vivas	92

3.1.2	MÉTODOS DE CÁLCULO	93
3.1.2.1	Método LRDF	93
3.1.2.2	Método ASD	93
3.1.2.3	Selección del método	94
3.1.3	SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LAS CARGAS DE DISEÑO	94
3.1.3.1	Carga muerta	94
3.1.3.1.1	<i>Determinación de la carga muerta</i>	94
3.1.3.2	Carga viva	95
3.1.3.2.1	<i>Determinación de la carga viva</i>	95
3.1.3.3	Cargas de impacto	96
3.1.3.4	Cargas de viento	97
3.1.3.5	Cargas sísmicas	97
3.1.4	COMBINACIONES DE CARGA	97
3.1.5	MATERIAL	98
3.2	MECANISMO DE MOVILIDAD DE LA PLATAFORMA	99
3.2.1	DESPLAZAMIENTO VERTICAL	99
3.2.2	DESPLAZAMIENTO ANGULAR	99
3.2.2.1	Ángulo de posición inicial	100
3.2.2.2	Ángulo de posición final	100
3.3	GEOMETRÍA DEL MECANISMO	101
3.3.1	CRITERIOS GENERALES	101
3.3.1.1	Mecanismos planos	101
3.3.1.2	Eslabón	101
3.3.1.3	Cadena cinemática	103
3.3.1.4	Pares cinemáticos	103
3.3.1.4.1	<i>Clasificación de los pares inferiores</i>	103
3.3.1.5	Movilidad	104
3.3.1.6	Tipos de movimientos en el plano	105
3.3.1.6.1	<i>Rotación pura</i>	105
3.3.1.6.2	<i>Traslación pura</i>	105
3.3.1.6.3	<i>Rotación y traslación</i>	105
3.3.1.7	Criterio analítico de movilidad	105

3.3.1.7.1	<i>Criterio de Kutzbach</i>	105
3.3.2	IDENTIFICACIÓN DEL MECANISMO	106
3.3.2.1	Identificación de los eslabones	106
3.3.2.2	Identificación de los pares cinemáticos	107
3.3.2.3	Cálculo de la movilidad	108
3.3.3	LONGITUDES PARA LA GEOMETRÍA DEL MECANISMO	108
3.4	DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	110
3.4.1	PARÁMETROS DE DISEÑO	111
3.4.1.1	Posición de elevación del vehículo	111
3.4.1.2	Factor de seguridad	111
3.4.2	DISPOSICIÓN DE CARGAS	111
3.4.2.1	Cálculo de reacciones	114
3.4.2.1.1	<i>Reacciones hiperestáticas</i>	115
3.4.2.1.2	<i>Reacciones isostáticas</i>	116
3.4.2.2	Cálculo de resultantes y diagramas	117
3.4.2.2.1	<i>Resultantes</i>	117
3.4.2.2.2	<i>Diagramas</i>	117
3.4.2.3	Cargas totales en la plataforma	118
3.5	DISEÑO DE LA RAMPA EXTENSIBLE	119
3.5.1	DIMENSIONES DE LA RAMPA	119
3.5.1.1	Altura	119
3.5.1.2	Longitud	119
3.5.1.3	Ancho de las rampas	121
3.5.2	VIGA DE SECCIÓN COMPUESTA	122
3.5.2.1	Propiedades de la sección de la viga	122
3.5.2.1.1	<i>Centro de gravedad</i>	122
3.5.2.2	Momento de inercia	124
3.5.3	CARGAS DE DISEÑO	125
3.5.3.1	Carga muerta	125
3.5.3.2	Cálculo de reacciones y diagramas	126
3.5.3.3	Carga viva	127
3.5.3.4	Cálculo de reacciones y diagramas	127

3.5.3.5	Combinaciones de carga.....	129
3.5.4	ANÁLISIS DE LOS ESFUERZOS A FLEXIÓN	129
3.5.4.1	Esfuerzo permisible de flexión	129
3.5.4.2	Esfuerzo real de flexión	130
3.6	DISEÑO DE LAS CORREDERAS	131
3.6.1	DIMENSIONES DE LA CORREDERA	132
3.6.1.1	Longitud.....	132
3.6.1.2	Ancho.....	132
3.6.2	VIGA DE SECCIÓN COMPUESTA	132
3.6.2.1	Propiedades de la sección	133
3.6.2.1.1	<i>Determinación del centro de gravedad</i>	<i>133</i>
3.6.2.2	Momento de inercia	133
3.6.3	CARGAS DE DISEÑO.....	134
3.6.3.1	Carga muerta	134
3.6.3.2	Cálculo de reacciones y diagramas.....	135
3.6.3.3	Carga viva	136
3.6.3.4	Cálculo de reacciones y diagramas.....	136
3.6.3.5	Combinaciones de carga.....	138
3.6.4	ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE FLEXIÓN.....	138
3.6.4.1	Esfuerzo permisible de flexión	138
3.6.4.2	Esfuerzo real de flexión	138
3.7	DISEÑO DE LA PLATAFORMA	139
3.7.1	DISEÑO DEL PERFIL I	139
3.7.1.1	Cargas de diseño.....	140
3.7.1.1.1	<i>Carga muerta.....</i>	<i>140</i>
3.7.1.1.2	<i>Carga viva.....</i>	<i>141</i>
3.7.1.2	Combinaciones de carga.....	143
3.7.1.3	Selección del perfil estructural I	143
3.7.2	DISEÑO DEL PERFIL II.....	144
3.7.2.1	Cargas de diseño.....	145
3.7.2.1.1	<i>Carga muerta.....</i>	<i>145</i>
3.7.2.1.2	<i>Carga viva.....</i>	<i>146</i>

3.7.2.2	Combinación de carga.....	148
3.7.2.3	Selección del perfil estructural II.....	148
3.7.3	DISEÑO DE LOS PERFILES III Y IV	149
3.7.3.1	Cargas de diseño.....	149
3.7.3.1.1	<i>Carga muerta</i>	149
3.7.3.1.2	<i>Carga viva</i>	151
3.7.3.2	Combinación de carga.....	153
3.7.3.3	Selección del perfil estructural III y IV.....	153
3.7.4	DISEÑO DEL PERFIL V	154
3.7.4.1	Cargas de diseño.....	154
3.7.4.1.1	<i>Carga muerta</i>	154
3.7.4.1.2	<i>Carga viva</i>	156
3.7.4.2	Combinaciones de carga.....	157
3.7.4.3	Selección del perfil estructural V.....	158
3.7.5	LISTA DE PERFILES	158
3.7.5.1	Compatibilidad de los materiales.....	158
3.7.6	TRAVESAÑOS	159
3.7.6.1	Selección de los travesaños.....	159
3.7.7	PESO GENERAL DE LA PLATAFORMA	160
3.8	DISEÑO DEL ANCLAJE PRINCIPAL	161
3.8.1	PROPIEDADES DE LA SECCIÓN	162
3.8.1.1	Centro de gravedad.....	162
3.8.1.2	Resumen de las propiedades de la sección transversal.....	163
3.8.2	ANÁLISIS A TENSIÓN	163
3.8.3	ANÁLISIS A FLEXIÓN	164
3.8.3.1	Cargas de diseño.....	164
3.8.3.1.1	<i>Carga muerta</i>	164
3.8.3.1.2	<i>Carga viva</i>	166
3.8.4	COMBINACIONES DE CARGA	167
3.8.4.1	Esfuerzo permisible de flexión.....	168
3.8.4.2	Esfuerzo real de flexión.....	168
3.9	DISEÑO DE COLUMNAS	168

3.9.1	DISEÑO DE LAS COLUMNAS MÓVILES	169
3.9.1.1	Centro de gravedad	170
3.9.1.2	Resumen de las propiedades de la sección transversal	170
3.9.1.3	Cargas de diseño	171
3.9.1.3.1	<i>Carga muerta</i>	171
3.9.1.3.2	<i>Carga viva</i>	172
3.9.1.4	Combinaciones de carga	174
3.9.1.5	Análisis de esfuerzo de flexión	174
3.9.1.5.1	<i>Esfuerzo de flexión real</i>	174
3.9.1.5.2	<i>Esfuerzo permisible</i>	174
3.9.2	DISEÑO DE LAS COLUMNAS FIJAS	175
3.9.2.1	Diagrama de la viga en voladizo	176
3.9.2.2	Cálculo de reacciones y diagramas	177
3.9.2.3	Análisis de esfuerzos a flexión	178
3.9.2.3.1	<i>Módulo de sección</i>	178
3.9.2.3.2	<i>Esfuerzo permisible</i>	178
3.9.2.4	Comprobación de la sección de la columna fija	179
3.9.2.4.1	<i>Propiedades de la sección</i>	179
3.9.2.4.2	<i>Cargas de diseño</i>	180
3.9.2.4.3	<i>Combinaciones de carga</i>	183
3.9.2.4.4	<i>Esfuerzos a flexión</i>	183
3.10	DISEÑO DE CONEXIONES	184
3.10.1	ANÁLISIS A FATIGA DE LOS PASADORES	184
3.10.2	CÁLCULO DE PASADORES PARA LA MÉNSULA PRINCIPAL	185
3.10.2.1	Ecuación de diseño	186
3.10.3	DISEÑO DE LA MÉNSULA PARA EL CILINDRO SECUNDARIO	187
3.10.4	DISEÑO DE LA MÉNSULA PARA EL ANCLAJE DE LA PLATAFORMA	189
3.10.4.1	Análisis por corte	190
3.11	CADENA DE ELEVACIÓN	190
3.11.1	CARGA DE TRABAJO	191

3.11.2	TIPO DE TRABAJO	192
3.11.3	SELECCIÓN DE LAS CADENAS DE ELEVACIÓN	193
3.11.4	DISEÑO DEL EJE GUÍA DE LA CADENA	193
3.11.4.1	Cálculo del eje guía	194
3.11.4.1.1	<i>Ecuación de diseño</i>	195
3.11.5	CÁLCULO DEL BOCÍN	195
3.11.6	SOPORTE CONECTOR PARA CADENA	196
3.11.6.1	Cálculo de reacciones y diagramas	197
3.11.6.2	Ecuación de diseño	198
3.11.7	FRICCIÓN ENTRE LA COLUMNA MÓVIL Y LA COLUMNA FIJA	199
3.12	DISEÑO DE LA BASE DEL CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL	201
3.12.1	CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS	202
3.12.2	CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN	204
3.13	DISEÑO DE SOLDADURA	205
3.13.1	SOLDADURA	205
3.13.2	POSICIONES DE SOLDADURA	205
3.13.3	TIPOS DE JUNTAS	206
3.13.4	TIPOS DE CORDÓN DE SOLDADURA	207
3.13.5	PROCESOS DE SOLDADURA	207
3.13.6	VARIABLES DE LA SOLDADURA	208
3.13.6.1	Variables preseleccionadas	208
3.13.6.2	Variables primarias y secundarias	208
3.13.7	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS SOLDADURAS	209
3.13.7.1	Esfuerzos permisibles	209
3.13.7.2	Espesor mínimo de la garganta efectiva	209
3.13.7.2.1	<i>Soldadura a tope</i>	209
3.13.7.2.2	<i>Soldadura de filete</i>	210
3.13.8	CRONOLOGÍA DE SOLDADO	211
3.13.8.1	Cálculo de la soldadura de la rampa extensible	211
3.13.8.2	Cálculo de la soldadura de las correderas	213

3.13.8.3	Cálculo del sistema estructural del marco de la plataforma	214
3.13.8.4	Cálculo de la soldadura del anclaje principal	215
3.13.8.5	Cálculo de la soldadura de las ménsulas	216
3.13.8.5.1	<i>Cálculo de la soldaduras de tapones</i>	217
3.13.8.6	Cálculo de la soldadura de la columna fija.	217
3.13.8.7	Cálculo de la soldadura de la base del cilindro	219
3.14	SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO HIDRÁULICOS	220
3.14.1	CÁLCULO DE CILINDROS HIDRÁULICOS	220
3.14.1.1	Cálculo del diámetro del pistón	220
3.14.1.2	Cálculo de diámetro de vástago al pandeo	221
3.14.2	CILINDROS HIDRÁULICOS SECUNDARIOS	223
3.14.2.1	Cálculo del diámetro del pistón	223
3.14.2.2	Dimensionamiento de la carrera del pistón	223
3.14.2.3	Cálculo del diámetro de vástago	223
3.14.2.4	Selección del cilindro hidráulico secundario	224
3.14.3	CILINDROS HIDRÁULICOS PRINCIPALES	224
3.14.3.1	Cálculo del diámetro del pistón	224
3.14.3.2	Determinación del diámetro para el tubo honeado	225
3.14.3.3	Determinación de la carrera del cilindro hidráulico	225
3.14.3.4	Cálculo de diámetro de vástago al pandeo	225
3.14.3.5	Selección del Cilindro Hidráulico Principal	226
3.14.3.6	Tipos de anclaje	227
3.14.4	BOMBA HIDRÁULICA	227
3.14.4.1	Caudal de los cilindros	227
3.14.4.2	Potencia de entrada a la bomba	229
3.14.4.3	Selección de la bomba hidráulica	229
3.14.5	RESERVORIO DE ACEITE	229
3.14.5.1	Dimensiones del reservorio de aceite	230
3.14.6	MANDO HIDRÁULICO	230
3.14.7	MANGUERA HIDRÁULICA Y ACOPLES	231
3.14.8	TOMA FUERZA	231

3.14.8.1	Tipo de caja de cambios	232
3.14.8.2	Torque	232
3.14.8.3	Selección del toma fuerza	233
3.14.8.4	Acople de conexión bomba – toma fuerza.....	233
3.14.8.5	Sistema neumático	233
Capítulo 4	CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO	235
4.1	CONSTRUCCIÓN.....	235
4.1.1	MÁQUINAS	235
4.1.2	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	235
4.1.3	MATERIA PRIMA.....	236
4.1.4	ELEMENTOS NORMALIZADOS	236
4.1.4.1	Componentes hidráulicos	237
4.1.4.2	Componentes industriales	237
4.1.4.3	Materiales consumibles	238
4.2	HOJAS DE PROCESO	238
4.2.1	ELEMENTOS A CONSTRUIR.....	239
4.3	PROCESO DE LA CONSTRUCCIÓN	239
4.4	MONTAJE	240
4.5	PRUEBAS DE CAMPO	240
4.6	MANUAL DE USUARIO	244
Capítulo 5	ANÁLISIS DE COSTOS.....	245
5.1	COSTO DE MATERIALES	245
5.2	COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS	247
5.2.1	ELEMENTOS NORMALIZADOS HIDRÁULICOS.....	247
5.2.2	ELEMENTOS NORMALIZADOS VARIOS	248
5.3	COSTO DE FABRICACIÓN	249
5.3.1	MANO DE OBRA.....	251
5.4	COSTOS DE MONTAJE	251
5.5	COSTO DE DISEÑO	252
5.6	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	253
Capítulo 6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	254
6.1	CONCLUSIONES	254

6.2 RECOMENDACIONES	255
Capítulo 7 Bibliografía	256
7.1 LIBROS	256
7.2 CATÁLOGOS, FOLLETOS Y NORMAS	257
7.2 MATERIALES ELECTRÓNICOS	257
Capítulo 8 ANEXOS.....	259
ANEXO A. CASA DE LA CALIDAD	259
ANEXO B. PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	261
ANEXO C. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	264
ANEXO D. DEFLEXIONES Y PENDIENTES DE VIGAS SIMPLES; JAMES GERE; MECÁNICA DE MATERIALES; APÉNDICE G; TABLA G-2.....	265
ANEXO E PERFIL ESTRUCTURAL ACERO ASTM A500	266
ANEXO F MOMENTO DE INERCIA; SHIGLEY; DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA; PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES.	267
ANEXO G ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL ACERO AISI-SAE 1045	268
ANEXO H FÓRMULA DEL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO DEBIDO A FLEXIÓN; SHIGLEY; DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA; TABLA 3-2.....	269
ANEXO I CADENA DE RODAMIENTOS; CATÁLOGO DE TRANSLINK.....	270
ANEXO J PROPIEDADES DEL ALAMBRE TUBULAR AWS ER70S-6 Y TABLA DE REGULACIÓN PROCESO MIG; CATÁLOGO DE INDURA.....	271
ANEXO K PROPIEDADES FLEXIONANTES DE LAS SOLDADURAS DE FILETE; SHIGLEY; DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA; TABLA 9-2.....	272
ANEXO L EJES CROMADOS Y TUBOS HONEADOS; CATÁLOGO DE REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS; SECCIÓN COMPONENTES DE HIDRÁULICA INDUSTRIAL; PÁG.16.....	273
ANEXO M CILINDRO HIDRÁULICO SECUNDARIO; CATÁLOGO PRINCE HYDRAYLIC; SECCIÓN 3-7	274
ANEXO N BOMBA HIDRÁULICA; CATÁLOGO DE OMBF; SECCIÓN TOMA DE FUERZA.....	275

ANEXO O RESERVORIO DE ACEITE; CATÁLOGO DE REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS; SECCIÓN DE COMPONENTES DE HIDRÁULICA MÓVIL; PÁG.8.....	276
ANEXO P MANDO HIDRÁULICO DE DOS SERVICIOS; CATÁLOGO WOLVERINE; SECCIÓN VÁLVULAS MB.	276
ANEXO Q MANGUERAS HIDRÁULICAS; CATÁLOGO DE GATES.....	277
ANEXO R ECUACIONES PARA HIDRÁULICA MÓVIL; CATÁLOGO DE MUNCIE	278
ANEXO S TOMA DE FUERZA; CATÁLOGO DE OMFB	279
ANEXO T VÁLVULA NEUMÁTICA K80, CATÁLOGO DE BUYERS PRODUCTS COMPANY	280
ANEXO U INSTALACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO; CATÁLOGO MUNCIE	281
ANEXO V MANUAL DE USUARIO	282
ANEXO W WPS.....	299
ANEXO X HOJAS DE PROCESOS	306
ANEXO Y PLANOS.....	307

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Tipos de plataformas hidráulicas elevadoras de carga	35
Tabla 1.2 Clasificación de los Cilindros Hidráulicos.....	54

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Documento de especificaciones	59
Tabla 2.2 Evaluación de cada criterio	66
Tabla 2.3 Evaluación del criterio protección	66
Tabla 2.4 Evaluación del criterio acoplamiento	67
Tabla 2.5 Evaluación del criterio manipulación	67
Tabla 2.6 Evaluación del criterio costo	67
Tabla 2.7 Conclusiones.....	67
Tabla 2.8 Combinación de alternativas para solución final	74
Tabla 2.9 Evaluación de cada criterio	75
Tabla 2.10 Evaluación del criterio fiabilidad	75
Tabla 2.11 Evaluación del criterio mantenibilidad.....	76
Tabla 2.12 Evaluación del criterio facilidad	76
Tabla 2.13 Evaluación del criterio costos	76
Tabla 2.14 Conclusiones.....	77
Tabla 2.15 Combinación de alternativas para solución final	81
Tabla 2.16 Evaluación de cada criterio	82
Tabla 2.17 Evaluación del criterio presión.....	82
Tabla 2.18 Evaluación del criterio rapidez.....	82
Tabla 2.19 Evaluación del criterio facilidad	83
Tabla 2.20 Evaluación del criterio simplicidad	83
Tabla 2.21 Evaluación del criterio costo	83
Tabla 2.22 Conclusiones.....	83
Tabla 2.23 Evaluación de cada criterio	86
Tabla 2.24 Evaluación del criterio alta fijación.....	86
Tabla 2.25 Evaluación del criterio dificultad	86
Tabla 2.26 Evaluación del criterio rapidez.....	87
Tabla 2.27 Conclusiones.....	87
Tabla 2.28 Resumen de la solución final.....	87
Tabla 2.29 Verificación de las dimensiones generales	89
Tabla 2.30 Verificación de componentes neumáticos.....	89

Tabla 2.31 Verificación de componentes hidráulicos.....	90
Tabla 2.32 Prueba de funcionamiento en vacío para el desplazamiento angular de la plataforma	90
Tabla 2.33 Prueba de funcionamiento con carga y en vacío para el desplazamiento de la plataforma.....	91

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Combinación de cargas de la norma ASCE 7-10	97
Tabla 3.2 Combinaciones de cargas para el diseño	98
Tabla 3.3 Propiedades de los aceros estructurales	98
Tabla 3.4 Tabla clasificación de los eslabones.....	102
Tabla 3.5 Pares inferiores	104
Tabla 3.6 Eslabones presentes en la plataforma.....	107
Tabla 3.7 Grados de libertad.....	108
Tabla 3.8 Dimensiones para posicionamiento de cilindro	109
Tabla 3.9 Resultantes totales de la viga continua	117
Tabla 3.10 Resultados	123
Tabla 3.11 Resumen de las propiedades de la sección transversal rampa	125
Tabla 3.12 Combinaciones de carga de la rampa extensible	129
Tabla 3.13 Resumen de las propiedades de la sección transversal corredera ...	134
Tabla 3.14 Combinaciones de carga de la corredera	138
Tabla 3.15 Combinación del perfil I	143
Tabla 3.16 Combinación del perfil II	148
Tabla 3.17 Combinación de los perfiles III y IV.....	153
Tabla 3.18 Combinaciones de carga del perfil V	157
Tabla 3.19 Tabla de perfiles seleccionados	159
Tabla 3.20 Tabla de peso de la plataforma	160
Tabla 3.21 Propiedades de la sección transversal	163
Tabla 3.22 Combinaciones de anclaje principal	167
Tabla 3.23 Propiedades de la sección transversal	170
Tabla 3.24 Combinaciones de carga de la columna móvil.....	174
Tabla 3.25 Propiedades de la sección transversal	179
Tabla 3.26 Combinaciones de carga de la columna fija	183
Tabla 3.27 Operación de la plataforma	184
Tabla 3.28 Propiedades del Acero AISI 1045.....	185
Tabla 3.29 Criterios de selección del proceso de soldadura	208
Tabla 3.30 Variables preseleccionadas.....	208
Tabla 3.31 Variables primarias y secundarias	209
Tabla 3.32 Esfuerzos permitidos para metales de soldadura	209
Tabla 3.33 Espesor mínimo de garganta efectiva	210

Tabla 3.34 Tamaño mínimo de soldadura de filete.....	210
Tabla 3.35 Características del cilindro secundario	224
Tabla 3.36 Características de los cilindros hidráulicos	226
Tabla 3.37 Tipos de anclaje	227
Tabla 3.38 Características del mando hidráulico	230
Tabla 3.39 Datos del vehículo	232
Tabla 3.40 Características de la toma fuerza seleccionado	233

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Componentes hidráulicos	236
Tabla 4.2 Componentes hidráulicos	237
Tabla 4.3 Componentes industriales	237
Tabla 4.4 Materiales consumibles	238
Tabla 4.5 Elementos a construir	239
Tabla 4.6 Secuencia de montaje	240

CAPÍTULO 5

Tabla 5.1 Costos totales	245
Tabla 5.2 Materiales Consumibles	245
Tabla 5.3 Materia prima	246
Tabla 5.4 Costos de materiales.....	247
Tabla 5.5 Elementos normalizados hidráulicos	247
Tabla 5.6 Elementos normalizados hidráulicos (continuación)	248
Tabla 5.7 Elementos normalizados industriales	248
Tabla 5.8 Tabla de costos de materiales.....	249
Tabla 5.9 Servicio de doblado.....	249
Tabla 5.10 Servicio de corte.....	250
Tabla 5.11 Servicio de oxicorte	250
Tabla 5.12 Mano de obra	251
Tabla 5.13 Costos de fabricación.....	251
Tabla 5.14 Costos de montaje	252
Tabla 5.15 Resumen de los costos de montaje.....	252
Tabla 5.16 Costo total.....	253

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Furgón estándar	31
Figura 1.2 Furgón de aluminio	31
Figura 1.3 Furgón estándar II	32
Figura 1.4 Furgón mixto estándar	32
Figura 1.5 Furgón mixto especial	33
Figura 1.6 Furgón termo panel	34
Figura 1.7 Furgón de catering	34
Figura 1.8 Plataforma elevadora tipo tijera	36
Figura 1.9 Plataforma articulada	37
Figura 1.10 Plataforma telescópica	38
Figura 1.11 Plataforma autopropulsada	39
Figura 1.12 Plataforma remolcable	40
Figura 1.13 Plataforma para mantenimientos	41
Figura 1.14 Plataforma hidráulica elevadora de carga	42
Figura 1.15 Transmisión de fuerzas en un recipiente	44
Figura 1.16 Levantamiento de un peso grande mediante una fuerza pequeña, por la aplicación de la ley de pascal	44
Figura 1.17 Doble cilindro multiplicador de presión	45
Figura 1.18 Ley de la continuidad	47
Figura 1.19 Partes de un cilindro hidráulico	50
Figura 1.20 Tubo honeado	50
Figura 1.21 Eje cromado	51
Figura 1.22 Tapa posterior para cilindro hidráulico	51
Figura 1.23 Tuerca para cilindro hidráulico	52
Figura 1.24 Pistón para cilindro hidráulico	52
Figura 1.25 Sellos para tuerca	53
Figura 1.26 Sellos para pistón	53

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Vehículo de carrera	56
Figura 2.2 Altura desde el suelo a los niveles del furgón	57
Figura 2.3 División modular nivel 0 y nivel 1	61
Figura 2.4 División modular nivel 2	62
Figura 2.5 Rampa extensible con pasadores	64
Figura 2.6 Rampa extensible con empuñaduras	64
Figura 2.7 Rampa Extensible con orificios para manipular	65
Figura 2.8 Elevador de dos columnas con cables	68
Figura 2.9 Elevador de dos columnas con cadenas	70
Figura 2.10 Grúa de arrastre eléctrico	71

Figura 2.11 Grúa de arrastre hidráulico.....	72
Figura 2.12 Plataforma con dos cilindros hidráulicos laterales	73
Figura 2.13 Mando hidráulico de dos posiciones de doble efecto	77
Figura 2.14 Mando hidráulico de cuatro posiciones de simple efecto	78
Figura 2.15 Toma de fuerza	79
Figura 2.16 Centralina hidráulica.....	80
Figura 2.17 Seguro con pernos internos	84
Figura 2.18 Seguro con una cadenas y candados	85
Figura 2.19 Prototipo de plataforma hidráulica	88

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Sección longitudinal del vehículo	95
Figura 3.2 Distribución de cargas del vehículo de carreras	96
Figura 3.3 Desplazamiento vertical de la plataforma	99
Figura 3.4 Ángulo de posición inicial	100
Figura 3.5 Ángulo de posición de final	100
Figura 3.6 Representación de un eslabón simple.....	102
Figura 3.7 Representación esquemática de la plataforma.....	106
Figura 3.8 Esquema del mecanismo	107
Figura 3.9 Trazado del movimiento	109
Figura 3.10 Esquema general del sistema estructural.....	110
Figura 3.11 Posición de trabajo para el diseño.....	111
Figura 3.12 Esquema de la disposición de cargas sobre la plataforma	112
Figura 3.13 Esquema de la viga continua – tramo I	113
Figura 3.14 Diagrama de cuerpo libre de la viga continua.....	113
Figura 3.15 Diagrama de cuerpo libre - tramo izquierdo.....	115
Figura 3.16 Diagrama de cuerpo libre - Tramo derecho	115
Figura 3.17 Diagrama de cuerpo libre - Tramo izquierdo	116
Figura 3.18 Diagrama de cuerpo libre - Tramo derecho	116
Figura 3.19 Diagrama de fuerza cortante	117
Figura 3.20 Diagrama del momento flector	118
Figura 3.21 Disposición de cargas totales en la plataforma	118
Figura 3.22 Cargas en la rampa.....	119
Figura 3.23 Medidas generales del vehículo	120
Figura 3.24 Sección transversal del vehículo	121
Figura 3.25 Medidas generales de la rampa	122
Figura 3.26 Dimensiones de la sección transversal de la viga	122
Figura 3.27 Forma idealizada de la sección transversal de la rampa	123
Figura 3.28 Ejes de sección transversal de la rampa	124
Figura 3.29 Carga muerta uniformemente distribuida sobre la rampa	126
Figura 3.30 Reacciones y momentos	126

Figura 3.31 Diagramas de fuerza cortante	126
Figura 3.32 Diagrama de momento flector	127
Figura 3.33 Cargas vivas en la rampa extensible	127
Figura 3.34 Reacciones y momentos	128
Figura 3.35 Diagrama de fuerza cortante	128
Figura 3.36 Diagrama del momento flector	128
Figura 3.37 Cargas en la corredera.....	131
Figura 3.38 Dimesiones para sección compuesta de la corredera	132
Figura 3.39 Forma idealizada de la sección	133
Figura 3.40 Distancias perpendiculares al eje neutro y	133
Figura 3.41 Carga muerta uniformemente distribuida sobre las correderas	134
Figura 3.42 Reacciones	135
Figura 3.43 Diagramas de fuerza cortante	135
Figura 3.44 Diagrama de momento flector	135
Figura 3.45 Cargas vivas en la corredera.....	136
Figura 3.46 Diagrama de cuerpo libre	136
Figura 3.47 Reacciones	137
Figura 3.48 Diagrama de fuerza cortante	137
Figura 3.49 Diagrama del momento flector	137
Figura 3.50 Disposición de las cargas sobre el marco de la plataforma	139
Figura 3.51 Perfil central de la plataforma	140
Figura 3.52 Carga muerta uniformemente distribuida en el perfil I	140
Figura 3.53 Reacciones	141
Figura 3.54 Diagramas de fuerza cortante	141
Figura 3.55 Diagrama de momento flector	141
Figura 3.56 Diagrama de cuerpo libre del perfil central	142
Figura 3.57 Reacciones	142
Figura 3.58 Diagrama de fuerza cortante	142
Figura 3.59 Diagrama del momento flector	143
Figura 3.60 Cargas en el perfil II	144
Figura 3.61 Carga muerta uniformemente distribuida en el perfil II	145
Figura 3.62 Reacciones	145
Figura 3.63 Diagramas de fuerza cortante	146
Figura 3.64 Diagrama de momento flector	146
Figura 3.65 Diagrama de Cuerpo libre del perfil II	147
Figura 3.66 Reacciones	147
Figura 3.67 Diagramas de fuerza cortante	147
Figura 3.68 Diagrama de momento flector	148
Figura 3.69 Cargas en el perfil III y IV	149
Figura 3.70 Carga muerta uniformemente distribuida en los perfiles III y IV	150
Figura 3.71 Reacciones	150
Figura 3.72 Diagramas de fuerza cortante	150
Figura 3.73 Diagrama de momento flector	151

Figura 3.74 Diagrama de cuerpo libre del perfil III y IV	151
Figura 3.75 Diagramas de fuerza cortante	152
Figura 3.76 Diagrama de momento flector	153
Figura 3.77 Cargas en el perfil V	154
Figura 3.78 Carga muerta uniformemente distribuida en el perfil V	154
Figura 3.79 Reacciones	155
Figura 3.80 Diagramas de fuerza cortante	155
Figura 3.81 Diagrama de momento flector	155
Figura 3.82 Diagrama de cuerpo libre del perfil V	156
Figura 3.83 Reacciones	156
Figura 3.84 Diagrama de fuerza cortante	157
Figura 3.85 Diagrama del momento flector	157
Figura 3.86 Disposición de travesaños	159
Figura 3.87 Anclaje principal	161
Figura 3.88 Anclaje principal con dimensiones generales	161
Figura 3.89 Diagrama de cuerpo libre	162
Figura 3.90 Sección Transversal.....	162
Figura 3.91 Diagrama de cuerpo libre – análisis a tensión	163
Figura 3.92 Carga muerta uniformemente distribuida en el anclaje principal	164
Figura 3.93 Reacciones	165
Figura 3.94 Diagramas de fuerza cortante	165
<i>Figura 3.95 Diagrama de momento flector</i>	165
Figura 3.96 Cargas en el anclaje principal	166
Figura 3.97 Reacciones y momentos	166
Figura 3.98 Diagrama de fuerza cortante	167
Figura 3.99 Diagrama del momento flector	167
Figura 3.100 Columnas en conjunto.....	169
Figura 3.101 Columna móvil	169
Figura 3.102 Sección de la columna de desplazamiento.....	170
Figura 3.103 Carga muerta uniformemente distribuida.....	171
Figura 3.104 Reacciones	171
Figura 3.105 Diagramas de fuerza cortante	172
Figura 3.106 Diagrama de momento flector	172
Figura 3.107 Carga viva sobre la columna móvil.....	172
Figura 3.108 Reacciones	173
Figura 3.109 Diagrama de fuerza cortante	173
Figura 3.110 Diagrama de momento flector	173
Figura 3.111 Columna fija	175
Figura 3.112 Diagrama de cuerpo libre	175
Figura 3.113 Sección Transversal.....	176
Figura 3.114 Ala de la columna fija	176
Figura 3.115 Reacciones	177
Figura 3.116 Diagrama de fuerzas cortantes	177

Figura 3.117 Diagrama de Momento Flector	177
Figura 3.118 Sección transversal	178
Figura 3.119 Sección transversal	179
Figura 3.120 Carga muerta uniformemente distribuida.....	180
Figura 3.121 Reacciones	180
Figura 3.122 Diagramas de fuerza cortante	181
Figura 3.123 Diagrama de momento flector	181
Figura 3.124 Cargas en la columna de desplazamiento.....	181
Figura 3.125 Diagrama de cuerpo libre	182
Figura 3.126 Diagramas de fuerza cortante	182
Figura 3.127 Diagrama de momento flector	182
Figura 3.128 Representación del pasador a corte	186
Figura 3.129 Esquema de la ménsula que soporta al cilindro secundario	188
Figura 3.130 Esquema de la posición de la ménsula principal	189
Figura 3.131 Sistema de elevación de cadenas	193
Figura 3.132 Esquema de la posición del eje guía	194
Figura 3.133 Dimensiones seleccionadas del eje.....	194
Figura 3.134 Bocín.....	196
Figura 3.135 Dimensiones generales de la placa soporte	197
Figura 3.136 Diagrama de cuerpo libre	197
Figura 3.137 Reacciones	197
Figura 3.138 Diagramas de fuerza cortante	198
Figura 3.139 Diagrama de momento flector	198
Figura 3.140 Diagrama de cuerpo libre	199
Figura 3.141 Columna móvil revestida con placas de nylon	201
Figura 3.142 Dimensiones generales de la placa base	201
Figura 3.143 Viga con carga distribuida	202
Figura 3.144 Reacciones	202
Figura 3.145 Diagramas de fuerza cortante	202
Figura 3.146 Diagrama de momento flector	203
Figura 3.147 Deflexión de la placa base del cilindro	204
Figura 3.148 Dimensiones generales de la placa base resultante.....	205
Figura 3.149 Posiciones de soldadura en placas con soldadura de filete.....	206
Figura 3.150 Posiciones de soldadura en placas con soldadura de ranura	206
Figura 3.151 Tipos de juntas.....	207
Figura 3.152 Tipos de cordón de soldadura	207
Figura 3.153 Rampa extensible	211
Figura 3.154 Marco de la plataforma.....	214
Figura 3.155 Sección transversal del perfil.....	214
Figura 3.156 Anclaje principal	215
Figura 3.157 Soldadura en la ménsula del cilindro secundario.....	216
Figura 3.158 Soldadura columna fija.....	218
Figura 3.159 Medidas de la base del cilindro	219

Figura 3.160 Posición de los componentes hidráulicos	220
Figura 3.161 Casos para las columnas de Euler	221
Figura 3.162 Bomba de engranajes hidráulica	229
Figura 3.163 Circuito hidráulico.....	231
Figura 3.164 Toma fuerza	232
Figura 3.165 Válvula neumática K80 para PTO	234

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Prueba con el vehículo a utilizarse	241
Figura 4.2 Furgón con un vehículo en su interior	241
Figura 4.3 Verificación de medidas	242
Figura 4.4 Inspección Visual	242
Figura 4.5 Prueba de ascenso y descenso	243
Figura 4.6 Prueba con Carga	243
Figura 4.7 Equipo Terminado.....	244

CAPÍTULO 8

Figura 8.1 Casa de la calidad.....	260
Figura 8.2 Protocolo de pruebas	263
Figura 8.3 Prueba experimental del desplazamiento angular (0 y 90°).....	264
Figura 8.4 Prueba experimental de la plataforma cerrada.....	264
Figura 8.5 Deflexión y pendientes de las vigas	265
Figura 8.6 Perfiles estructurales rectangulares	266
Figura 8.7 Momentos de inercia	267
Figura 8.8 Especificaciones del acero AISI 1045	268
Figura 8.9 Esfuerzo cortante	269
Figura 8.10 Cadena de con rodillos de precisión.....	270
Figura 8.11 Propiedades del alambre tubular ER70S-6	271
Figura 8.12 Propiedades flexionantes de la soldadura de filete.....	272
Figura 8.13 Ejes cromados y tubos honeados	273
Figura 8.14 Cilindro secundario B300240ABAAA07B	274
Figura 8.15 Bomba hidráulica	275
Figura 8.16 Reservorio de aceite	276
Figura 8.17 Mando hidráulico.....	276
Figura 8.18 Mangueras hidráulicas	277
Figura 8.19 Formulario de hidráulica móvil.....	278
Figura 8.20 Toma de fuerza	279
Figura 8.21 Válvula de control.....	280
Figura 8.22 Sistema de instalación neumático	281

RESUMEN

El presente proyecto de titulación, tiene como objetivo diseñar y construir una plataforma hidráulica, la misma que se encargue de la elevación de autos de hasta 1000 kilogramos para ser transportados de una forma segura y confiable dentro de un furgón. El proyecto está distribuido en seis capítulos, los mismos que dan a conocer los diferentes pasos y consideraciones tomadas para el diseño de la plataforma.

El primer capítulo es un estudio teórico, que describe las definiciones, generalidades y fundamentos tanto de los furgones, como de las plataformas hidráulicas, realizando un mayor enfoque en estas últimas. Además consta de una breve clasificación de las plataformas y distintos principios y consideraciones físicas a las que se encuentran sujetos los fluidos que se utilizan como parte principal del funcionamiento de la plataforma.

En el segundo capítulo se presenta las distintas alternativas tomadas en cuenta, tanto para el movimiento, posicionamiento, control así como también para mantener segura la plataforma durante el traslado del vehículo. Escogiendo de esta manera los distintos componentes que conforman la plataforma tanto para el sistema hidráulico y estructural.

El tercer capítulo se centra en los diferentes componentes estructurales de la plataforma, así como también en el cálculo de los parámetros de selección de los distintos dispositivos y equipos hidráulicos a utilizarse para funcionamiento de la misma. Además se utiliza programas para optimizar el tiempo de diseño de los elementos descritos anteriormente, como SAP 2000 y SolidWork 2014.

El cuarto capítulo se muestra el procedimiento y las herramientas necesarias para fabricar los diferentes elementos que conforma la plataforma, así como también el proceso de montaje de los mismos. Además presenta las pruebas de campo junto con su respectivo protocolo para verificar el correcto funcionamiento del presente proyecto.

En el quinto capítulo se presenta los costos de todos los elementos que conforman la plataforma hidráulica, tanto elementos normalizados como elementos fabricados; de igual forma se presenta costos de maquinado, mano de obra y de diseño para obtener un valor de comercialización adecuado de la plataforma.

Finalmente, en el capítulo sexto se describen las conclusiones y recomendaciones que han surgido durante el desarrollo del proyecto de titulación.

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se exponen temas referentes a las plataformas hidráulicas y el uso de estas para la elevación de carga, montadas en un chasis o furgón mediante la utilización de cilindros hidráulicos como componentes principales para su funcionamiento.

1.2. GENERALIDADES DE LOS FURGONES

Para el transporte de carga en distancias largas se debe considerar que esta se encuentra sometida a diversas fuerzas, como son: la aceleración, retardación, y la fuerza centrífuga originada por el rodamiento de los chasis. Lo cual causa el movimiento de la mercancía, por lo que, se la encierra dentro de una estructura a la que se la denomina furgón.

1.2.1. TIPOS DE FURGONES

En la industria metálica se realiza el diseño y construcción de furgones según la necesidad del usuario y el tipo de vehículo al que se va a instalar.¹

1.2.1.1. Furgón estándar

Es un furgón de carrocería metálica con o sin compartimiento sobre la cabina para carga variada, para su construcción se utiliza listones de madera en el interior los cuales sirven como protección para la carga, ver Figura 1.1.

1.2.1.2. Furgón de aluminio estándar

Es un furgón de aluminio, muy liviano y resistente a la oxidación por lo que se instala sobre chasis medianos y grandes. (Figura 1.2)

¹ Semacar Cía. Ltda. (2012); Catálogo de productos



Figura 1.1 Furgón estándar

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA, Ecuador, Publicado en: <http://www.semacar.com.ec/web/furgones/>

Elaboración: Propia



Figura 1.2 Furgón de aluminio

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA, Ecuador, Publicado en: <http://www.semacar.com.ec/web/furgones/>

Elaboración: Propia

1.2.1.3. Furgón estándar II

Es un furgón metálico o mixto, diseñado especialmente para chasis pequeños, su instalación se la hace principalmente a través del reemplazo del balde de una camioneta normal. (Figura 1.3)



Figura 1.3 Furgón estándar II

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA, Ecuador, Publicado en: <http://www.semacar.com.ec/web/furgones/>

Elaboración: Propia

1.2.1.4. Furgón mixto estándar

Es un furgón de estructura metálica con forros de aluminio que resistente la oxidación, además posee listones de madera que son utilizados para la protección de la carga, ver Figura 1.4.



Figura 1.4 Furgón mixto estándar

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA, Ecuador, Publicado en: <http://www.semacar.com.ec/web/furgones/>

Elaboración: Propia

1.2.1.5. Furgón mixto especial

Es un furgón de estructura metálica con recubrimiento de aluminio, equipado con puerta enrollable, deflector de aire y un elevador hidráulico. (Figura 1.5)



Figura 1.5 Furgón mixto especial

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA, Ecuador, Publicado en: <http://www.semacar.com.ec/web/furgones/>

Elaboración: Propia

1.2.1.6. Furgón termo panel

Es un furgón térmico diseñado para cargas que necesiten refrigeración, se encuentra fabricado de una estructura metálica o mixta, que tiene inyectado un aislamiento de poliuretano en sus paredes y además consta de canales de desagüe, sifones. ver Figura 1.6.

1.2.1.7. Furgón de catering

Es un furgón diseñado para el transporte de alimentos u otro tipo de carga hacia los aviones, que alcanza una elevación final de 6, 9 y 12 metros. (ver Figura 1.7)



Figura 1.6 Furgón termo panel

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA, Ecuador, Publicado en: <http://www.semacar.com.ec/web/furgones/>

Elaboración: Propia



Figura 1.7 Furgón de catering

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA, Ecuador, Publicado en: <http://www.semacar.com.ec/web/furgones/>.

Elaboración: Propia

1.3. FUNDAMENTOS DE LAS PLATAFORMAS HIDRÁULICAS PARA ELEVACIÓN DE CARGA Y SU CLASIFICACIÓN

Una plataforma hidráulica es un equipo que permite desplazar y elevar carga hasta una posición de trabajo, con o sin ayuda de un segundo operario para manipular o dirigir todos sus movimientos.

Este tipo de equipos no tiene una aparición reciente, aunque su aplicación se limitaba a la baja elevación y una escasa capacidad de carga. Actualmente surge la necesidad de maquinarias y medios que no solo hagan más rápido, fácil y confiable un trabajo; sino que puedan alcanzar grandes alturas que por diversas causas son inaccesibles, así como también resistir grandes capacidades de cargas presentes en el trabajo.²

Las plataformas hidráulicas para elevar carga se clasifican en dos importantes grupos: por su sistema de elevación y traslación, tal como se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Tipos de plataformas hidráulicas elevadoras de carga

Por su sistema de elevación hidráulico	Por su sistema de traslación hidráulico
Tijeras	Autopropulsadas
Articuladas	Remolcables
Telescópicas	Sobre camión

Fuente: Empresa MATILSA, España, Publicado en : http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf

Elaboración: Propia

De acuerdo a esta clasificación se puede combinar los distintos sistemas de elevación y traslación. Sin embargo es más frecuente combinar sistemas articulados y telescópicos para obtener una mayor versatilidad al trabajar, como se detalla más adelante.

² Miravete, A., Larrrode, L. (1996). Transportadores y elevadores. España: Editorial Reverte S.A. (1ª Ed.), Pp. 119 - 121

1.3.1. SEGÚN SU SISTEMA DE ELEVACIÓN HIDRÁULICO

1.3.1.1. Plataforma tipo tijera

Este tipo de plataforma consiste en un conjunto mecánico accionado por cilindros hidráulicos que permite elevar la carga a diferentes alturas de forma vertical. (ver Figura 1.8)



Figura 1.8 Plataforma elevadora tipo tijera

Fuente: Empresa LOGISMARKET, Chile; Publicado en: <http://www.logismarket.cl/prosol/plataforma-elevadora-tipo-tijera>

Elaboración: Propia

Ventajas

- Permite el acceso con material al área de trabajo, así como también la presencia de más de dos personas en la plataforma.
- Dispone de estabilizadores hidráulicos, lo que permite que el usuario nivele la máquina y pueda subir.

Desventajas

- No puede trasladar la plataforma, cuando está en operación.
- Ocupa un área de trabajo propia, por lo que siempre debe existir un espacio sin obstáculos para su operación.

1.3.1.2. Plataforma articulada

El sistema de elevación articulado, está compuesto por dos o más brazos que permite grandes desplazamientos laterales. (Figura 1.9)



Figura 1.9 Plataforma articulada

Fuente: Empresa MATILSA, España; Publicado en: http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf

Elaboración: Propia

Ventajas

- Permite alcances verticales y horizontales, sin importar los obstáculos que estén debajo del área de trabajo.
- El conjunto de torre puede girar a la izquierda o derecha a 360 grados.

Desventajas

- Debe tener un área de trabajo libre para estacionarse y proceder a operar.
- No permite realizar el movimiento de traslación en operación, ya que existe la necesidad de bajar la plataforma para después ser manipulada.

1.3.1.3. Plataforma telescópica

El sistema de elevación de esta plataforma consiste en una serie de brazos accionados por un cilindro hidráulico telescópico en donde cada etapa entra o sale una dentro de otra. (ver Figura 1.10)



Figura 1.10 Plataforma telescópica

Fuente: Empresa MATILSA, España; Publicado en: http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf

Elaboración: Propia

Ventajas

- Este tipo de plataforma elevadora tiene un gran alcance vertical y horizontal que superior a las demás plataformas.
- Tiene la posibilidad de que el conjunto torre gire a la izquierda o derecha a 360°.

Desventajas

- No se puede realizar la traslación de la plataforma en operación, ya que existe la necesidad de descender de canasta para después ser manipulada.
- Necesita de la presencia de dos o más operarios.
- Necesita de un camión especial con plataforma para el transporte de la plataforma.

1.3.2. POR SU SISTEMA DE TRASLACIÓN HIDRAÚLICO

1.3.2.1. Plataforma autopropulsada

Esta plataforma permite realizar los desplazamientos de traslación con los brazos elevados y el usuario manipulándola desde la cesta³, ver Figura 1.11.



Figura 1.11 Plataforma autopropulsada

Fuente: Empresa MATILSA, España; Publicado en: http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf

Elaboración: Propia

Ventajas

- Esta plataforma trabaja en un desnivel que siempre está limitado por un inclinómetro.
- Están montadas sobre ruedas o chasis lo cual permite una mejor movilidad.

Desventajas

- Consta de cuatro estabilizadores fijos para operar, lo que requiere de un área de trabajo adicional.
- Para la manipulación es necesario de la presencia de dos operarios normalmente.

³ MATILSA, 2010. *Cuaderno preventivo de plataformas elevadoras móviles*, Recuperado el 12 de Abril del 2014, de http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf

1.3.2.2. Plataforma remolcable

Tiene su nombre debido a que, no son transportadas o montadas sobre un vehículo, sino, únicamente se las remolca hasta el lugar de su utilización. (Figura 1.12)



Figura 1.12 Plataforma remolcable

Fuente: Empresa MATILSA, España; Publicado en: http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf

Elaboración: Propia

Ventajas

- Permite ahorrar dinero en transportes ya que son de fácil traslado.
- Puede ser articulada y telescópica o una combinación de ambas lo cual ayuda para cubrir una gran variedad de trabajos.

Desventajas

- Es un equipo muy lento para operar por la necesidad de poner estabilizadores manuales cada vez que se posiciona para elevar.
- Debido a que es remolcable, no se puede realizar la traslación del equipo en operación.

1.3.2.3. Plataforma sobre un camión

Esta plataforma se monta sobre un camión, depende su diseño o función para realizar una selección de chasis-camión que se adecúe a las características de la plataforma.⁴

Este tipo de plataformas se emplean principalmente para mantenimiento y reparación de instalaciones eléctricas. (Figura 1.13)



Figura 1.13 Plataforma para mantenimientos

Fuente: HIDROELEVADOR., Ecuador; Publicado en : Catálogo de Semacar.

Elaboración: Propia

Pero también existen plataformas para distribuir y manipular cargas que necesitan ser transportadas a diferentes áreas en la industria, ya sea de encomiendas, alimentos, bebidas, transporte de botellas de oxígeno, etc., como se observa en la Figura 1.14.

Ventajas

- Consta de diferentes sistemas de elevación para satisfacer las necesidades del mercado.
- Agiliza los procesos de carga y descarga, permitiendo reducir considerablemente los tiempos.

⁴ MATILSA, 2010. *Cuaderno preventivo de plataformas elevadoras móviles*, Recuperado el 12 de Abril del 2014, de http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf

- El montaje puede ser lateral, posterior o sobre un camión para trabajar, de forma que, proporcione: comodidad, seguridad y estabilidad al momento de trabajar.

Desventajas

- Las plataformas hidráulicas deben cumplir con un rango de carga de acuerdo a la ficha técnica del camión donde será instalada, no puede existir una carga excesiva aunque la capacidad de la plataforma lo permita.
- Dependiendo del diseño o de la función de la plataforma, disminuye el área de trabajo o capacidad de carga del camión.



Figura 1.14 Plataforma hidráulica elevadora de carga

Fuente: Empresa WALTCO, EE.UU., Publicado en: <http://waltco.wpengine.com/products/heavy-duty-rail-gates/>

Elaboración: Propia

1.4. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA HIDRÁULICA, Y PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS HIDRÁULICOS

Los conceptos físicos fundamentales en un sistema son indispensables para que se pueda comprender su funcionamiento, por lo que, se debe conocer las definiciones de ciertos términos que son muy relevantes dentro de este campo.

Estos son:

- Hidráulica, es una ciencia de la mecánica de fluidos que estudia el reposo como el movimiento de los líquidos.
- Oleohidráulica, es un medio de transmisión energética utilizando técnicas con aceites comprimidos.⁵

1.4.1. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA HIDRÁULICA

La hidráulica se divide en:

- Hidrostática o Estática de fluidos, rama de la hidráulica que se encarga del estudio de los fluidos cuando estos están en reposo.
- Hidrodinámica o Dinámica de fluidos, rama de la hidráulica que se encarga del estudio de los fluidos cuando se encuentran en movimiento.⁶

1.4.1.1. Principio de pascal

El principio de Pascal afirma que la presión aplicada sobre un fluido no compresible contenido en un recipiente indeformable se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y a todas partes del recipiente, como se observa en la Figura 1.15.

Presión es la fuerza que ejerce, por unidad de superficie, EC. 1.1.

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{EC. 1.1}$$

⁵ Roldan, J., (1993). Tecnología y circuitos de aplicación, neumática, hidráulica y electricidad. España: Editorial Paraninfo (3ª Ed.), Pp. 148

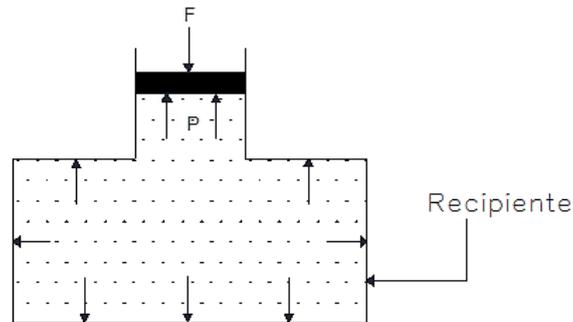


Figura 1.15 Transmisión de fuerzas en un recipiente

Fuente: ROLDAN; Tecnología y circuitos de aplicación, hidráulica y electricidad. 3ª Ed., Pp 148

Elaboración: Propia

El principio de Pascal se aplica al funcionamiento de una prensa hidráulica donde la presión ejercida por la fuerza F_1 EC. 1.3, genera una nueva presión P_2 , la misma que permite levantar un peso superior, debido a que se aplica en un área más grande, como se observa en la Figura 1.16.

$$P_1 = P_2 \quad \text{EC. 1.2}$$

$$F_1 * A_2 = F_2 * A_1 \quad \text{EC. 1.3}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \quad \text{EC. 1.4}$$

A una presión existente es posible obtener una fuerza más grande por medio del aumento de la superficie del émbolo.

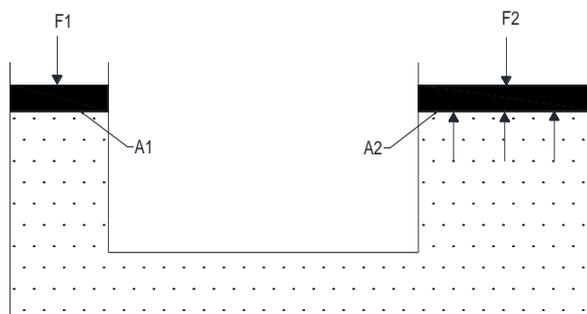


Figura 1.16 Levantamiento de un peso grande mediante una fuerza pequeña, por la aplicación de la ley de pascal

Fuente: YUNUS, C.(2006) Mecánica de fluidos, (1era Ed.) Mexico: Ed. McGrawHill. Pp.46

Elaboración: Propia

1.4.1.2. Multiplicador de presión

Al tener dos émbolos de diferentes secciones diferentes acoplados por un vástago, la presión ejercida por la fuerza F_1 se ejerce sobre el A_1 es transmitida por medio del vástago al embolo pequeño de A_2 generando que la presión p_2 sea superior a la presión p_1 (EC. 1.7).⁷ Como se observa en la Figura 1.17.

$$F_1 = F_2 \quad \text{EC. 1.5}$$

$$p_1 * A_1 = p_2 * A_2 \quad \text{EC. 1.6}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad \text{EC. 1.7}$$

Entonces en un multiplicador de presión, las presiones se comportan inversamente a las superficies del embolo, como se observa en la Figura 1.17.

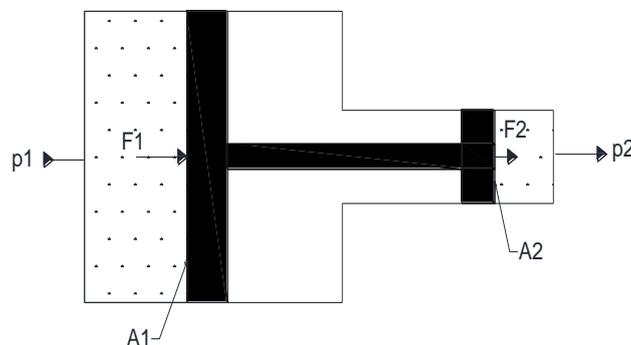


Figura 1.17 Doble cilindro multiplicador de presión

Fuente: ROLDAN; Tecnología y circuitos de aplicación, hidráulica y electricidad. 3ª Ed., Pp 150

Elaboración: Propia

1.4.1.3. Ecuación de la continuidad

La ecuación de continuidad parte de las siguientes bases:

- El fluido es incompresible.

⁷ Roldan, J., (1993). Tecnología y circuitos de aplicación, neumática, hidráulica y electricidad. España: Editorial Paraninfo (3ª Ed.), Pp. 150

- La temperatura del fluido no cambia.
- El flujo es continuo, es decir su velocidad y presión no dependen del tiempo.
- El flujo es laminar no turbulento.
- No existe rotación dentro de la masa del fluido, es un flujo irrotacional.
- No existen pérdidas por rozamiento en el fluido, es decir no hay viscosidad.

Se toma un tubo imaginario de sección variable formado por un racimo de líneas de corriente del interior de un fluido en movimiento como se muestra en la Figura 1.18. En un intervalo pequeño de tiempo Δt , el fluido que entra por el fondo del tubo recorre una distancia $\Delta x_1 = V_1 \Delta t$ siendo V_1 la velocidad del fluido en esa zona.⁸

Si A_1 es el área de la sección transversal de esta región, entonces la masa de fluido contenida en la parte azul del fondo es EC. 1.8:

$$\Delta M_1 = \rho_1 A_1 \Delta x_1 = \rho_1 A_1 V_1 \Delta t \quad \text{EC. 1.8}$$

Donde.

$\rho = \text{densidad}$

De la misma forma el flujo que sale por el extremo superior del tubo imaginario en el mismo tiempo Δt tiene la masa

$$\Delta M_2 = \rho_2 A_2 \Delta x_2 = \rho_2 A_2 V_2 \Delta t \quad \text{EC. 1.9}$$

Como la masa debe conservarse y debido también a que el flujo es laminar, la masa que fluye a través del fondo del tubo en la sección A_1 , en el tiempo Δt , será igual a la que fluye en el mismo tiempo a través de A_2 . Por lo tanto

⁸ Yuri Milachay.(2009). *Dinámica de fluidos*. Recuperado el 15 de febrero de 2014, de <http://es.slideshare.net/kurtmilach/ecuacion-de-continuidad-y-de-bernoulli>

$$\Delta M_1 = \Delta M_2 \quad \text{EC. 1.10}$$

$$\rho_1 A_1 V_1 \Delta t = \rho_2 A_2 V_2 \Delta t \quad \text{EC. 1.11}$$

Si dividimos por Δt tenemos que:

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 \quad \text{EC. 1.12}$$

La EC. 1.12 se conoce como ecuación de continuidad.

Como se considero que el fluido es incompresible entonces:

$$\rho_1 = \rho_2 \quad \text{EC. 1.13}$$

De donde la ecuación de continuidad se reduce a:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad \text{EC. 1.14}$$

Es decir, el área de la sección transversal de un tubo, multiplicada por la velocidad del fluido es constante a todo lo largo del tubo. Al producto AV se le conoce como caudal.

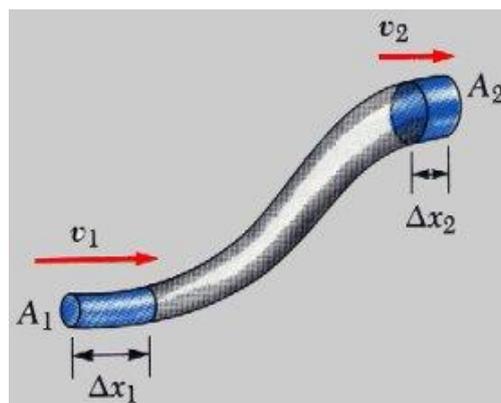


Figura 1.18 Ley de la continuidad

Fuente: HIDRÁULICA, Curso para la formación profesional

Elaboración: Propia

1.4.1.4. Principio de Bernoulli

Una aplicación muy importante de la ley de la conservación es el denominado principio de Bernoulli, que demostró, en un sistema con un porcentaje de fluido constante, la energía se trasforma de una forma a la otra cada vez que varía el

área de la sección transversal de una tubería, en donde la suma de las energías de presión y cinética en los diversos puntos de un sistema debe ser constante.

1.4.2. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS HIDRAÚLICOS

La selección de un adecuado fluido hidráulico tiene cuatro finalidades principales; transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, sellar tolerancias entre una y otra pieza y enfriar o disipar el calor, pero para llevar a cabo estas funciones se estudian las siguientes propiedades fundamentales de los fluidos hidráulicos.⁹

1.4.2.1. Masa

La masa M , nos indica la cantidad de materia que un cuerpo posee, generando una reacción inercial a cualquier fuerza aceleradora.

1.4.2.2. Peso

El peso P es la fuerza de atracción que la gravedad g ejerce sobre el líquido siendo la reacción entre ambos.¹⁰

$$P = M * g \quad \text{EC. 1.15}$$

1.4.2.3. Peso específico

El peso específico se define como la cantidad de peso P por unidad de volumen del fluido, EC. 1.16.

$$\gamma = \frac{P}{m} \quad \text{EC. 1.16}$$

1.4.2.4. Viscosidad

La viscosidad es una propiedad que representa la resistencia interna de un fluido al movimiento o a la fluidez.¹¹

⁹ García, R. (1999). Neumática e Hidráulica. Madrid: Editorial (2do Ed.). Pp. 114.

¹⁰ García, A. (2006). Hidráulica, Practica de laboratorio. Valencia (UPV Ed). Pp. 18.

¹¹ Yunus, A., Cengel, & Cimbala, J. (2006). Mecánica de Fluidos. Mexico: Editorial McGraw-Hill (1era Ed.). Pp. 46.

1.4.2.5. Índice de la viscosidad

El índice de viscosidad es un número que indica la variación de la viscosidad con la temperatura. Cuanto mayor es el índice de viscosidad menor es la variación de viscosidad.

La viscosidad adecuada a un sistema es cuando no hay fugas, lubrica bien y circula fácilmente.

1.4.2.6. Punto de fluidez

El punto de fluidez es la temperatura a la cual un aceite hidráulico adquiere un estado viscoso que le impide fluir normalmente.

Los sistemas hidráulicos deben trabajar como mínimo a unos 15 °C, por encima del punto de congelación del aceite.

1.4.2.7. Punto de inflamación

Los aceites hidráulicos tienen un punto de inflamación elevado con el objeto de reducir al mínimo los posibles riesgos de incendio. El punto de inflamación esta alrededor de los 170° C.

1.5. LOS CILINDROS HIDRÁULICOS, PARTES Y SU CLASIFICACIÓN

Los cilindros hidráulicos son elementos utilizados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal y se caracteriza por desarrollar grandes fuerzas con: limitado peso y pequeñas dimensiones exteriores.

1.5.1. PARTES DE LOS CILINDROS HIDRAÚLICOS

Los cilindros hidráulicos constan de diversas partes como se observa en la Figura 1.19.

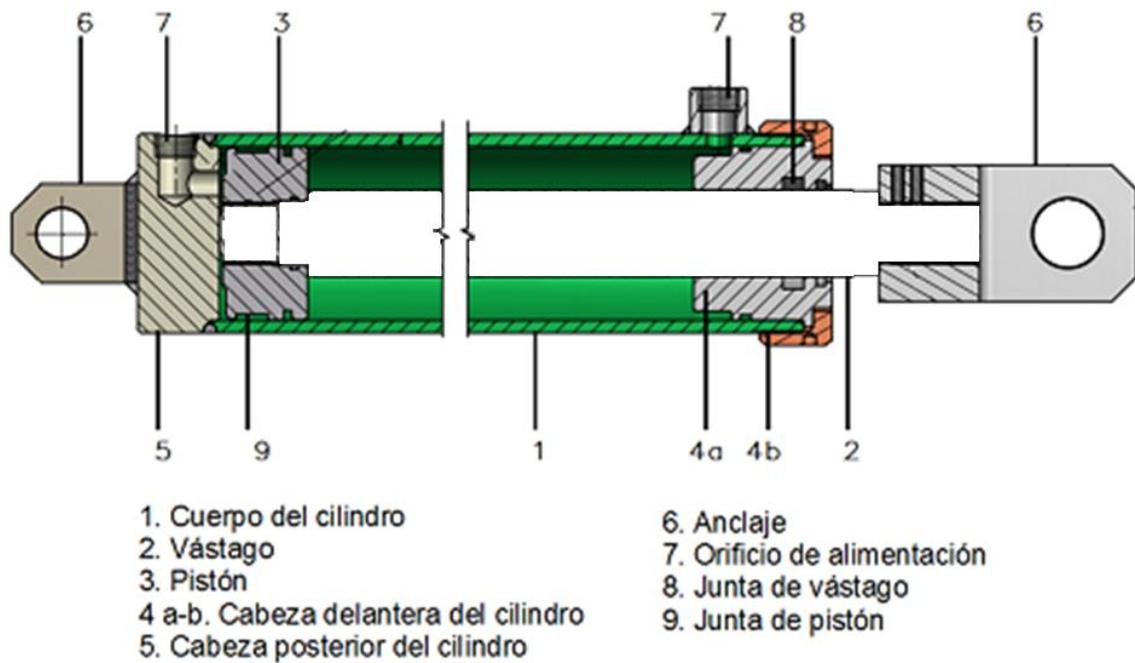


Figura 1.19 Partes de un cilindro hidráulico

Fuente: Empresa REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS, Ecuador, Publicado en: Catálogo de productos, Versión 1.10

Elaboración: Propia

1.5.1.1. Cuerpo del cilindro

Es una tubería sin costura que consta de un acabado superficial interno liso llamado honeado el cual permite un eficiente sellado y una alta durabilidad de los sellos, ver Figura 1.20.



Figura 1.20 Tubo honeado

Fuente: Empresa REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS, Ecuador, Publicado en: Catálogo de productos, Versión 1.10.

Elaboración: Propia

1.5.1.2. Vástago

El vástago es un eje cromado que se inserta en el pistón para poder construir un cilindro, ver Figura 1.21

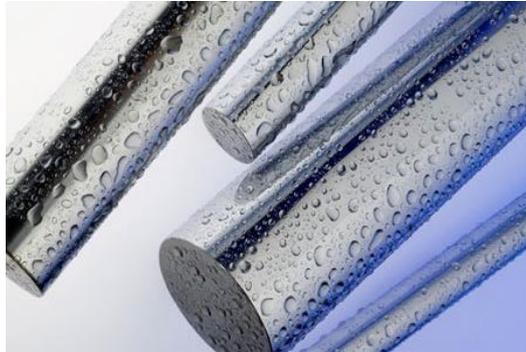


Figura 1.21 Eje cromado

Fuente: Empresa REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS, Ecuador, Publicado en: Catálogo de productos, Versión 1.10

Elaboración: Propia

1.5.1.3. Cabeza posterior del cilindro

La función principal de la cabeza posterior del cilindro¹² es para encerrar la cámara de presión en un extremo, se encuentra conectada por medio de soldadura, roscas, pernos. (Figura 1.22)



Figura 1.22 Tapa posterior para cilindro hidráulico

Fuente: Empresa HERCULESUS, EE.UU., Publicado en: <https://www.herculesus.com/home.php?cat=51418>

Elaboración: Propia

¹² HERCULESUS. (2010). *Products*. Recuperado el 3 de septiembre de 2014, de <https://www.herculesus.com/home.php?cat=51418>

1.5.1.4. Cabeza delantera del cilindro

La función principal de la cabeza delantera es encerrar la cámara de presión desde el otro extremo del cilindro, también son conocidas como cabezales o tuercas, donde tiene un orificio por el que se desliza el vástago. Está conectada al cuerpo por medio de rosca, pernos. (Figura 1.23)



Figura 1.23 Tuerca para cilindro hidráulico

Fuente: Empresa HERCULESUS, EE.UU., Publicado en: <https://www.herculesus.com/home.php?cat=51418>

Elaboración: Propia

1.5.1.5. Pistón

El pistón es un elemento que se ajusta al cilindro mediante sellos o juntas hidráulicas, el cual efectúa un movimiento alternativo, provocado por la presión del fluido, el cual está unido a un vástago por medio de roscas, pernos o tuercas, ver Figura 1.24.



Figura 1.24 Pistón para cilindro hidráulico

Fuente: Empresa HERCULESUS, EE.UU., Publicado en: <https://www.herculesus.com/home.php?cat=51418>

Elaboración: Propia

1.5.1.6. Juntas de vástago

Las juntas de vástago son sellos hidráulicos que van en la tuerca del cilindro para evitar que el aceite a presión se escape entre el vástago y la tuerca. (Figura 1.25)

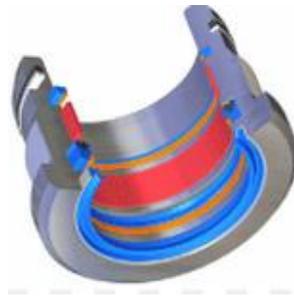


Figura 1.25 Sellos para tuerca

Fuente: Empresa HALLITE, EE.UU., Publicado en: <http://hallite.com/products/rod-seals/>
Elaboración: Propia

1.5.1.7. Juntas de pistón

Las juntas o también conocidas como sellos hidráulicos se ubican en las ranuras del pistón para evitar el paso del fluido al hacer contacto con el tubo hidráulico. (Figura 1.26)



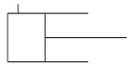
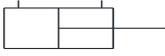
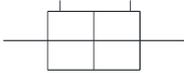
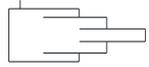
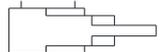
Figura 1.26 Sellos para pistón

Fuente: Empresa HALLITE, EE.UU., Publicado en: <http://hallite.com/products/double-acting-piston-seals/>
Elaboración: Propia

1.5.2. CLASIFICACIÓN DE LOS CILINDROS HIDRAÚLICOS

Los cilindros hidráulicos se clasifican básicamente por su tipo de función como se explica en la Tabla 1.2

Tabla 1.2 Clasificación de los Cilindros Hidráulicos

Símbolo	Tipos de cilindros hidráulicos ¹³
	De simple acción
	De doble acción
	De doble vástago
	Telescópico, simple acción
	Telescópico, doble acción

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

1.5.2.1. Cilindro de simple efecto

Se caracteriza por la presión del aceite que mueve al pistón en una sola dirección de levante, y este vuelve a su posición por la acción del peso que levanta una vez que la presión del aceite es retirada.

1.5.2.2. Cilindro de doble efecto

En este tipo de cilindro la presión del aceite actúa sobre las dos superficies del pistón para proporcionar una fuerza y producir el avance como retroceso del pistón dentro del tubo hidráulico.

1.5.2.3. Cilindro de doble vástago

Este cilindro se desplaza en dos direcciones, ya que tiene dos vástagos unidos por el pistón y posee salidas en ambos extremos del tubo hidráulico.

1.5.2.4. Cilindro telescópico

La característica de este tipo de cilindro es que logra un desplazamiento superior con la misma longitud del cuerpo de un cilindro de una etapa.

¹³ Luna, A. (2005). *Tipos de cilindros*. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/21369437/TIPOS-DE-CILINDROS#scribd>

CAPÍTULO 2 ANÁLISIS MODULAR Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1. IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

La empresa SEMACAR CÍA. LTDA., con el fin de satisfacer la necesidad de uno de sus clientes solicita que se adapte en un furgón de dos niveles un sistema de elevación hidráulico con capacidad de elevar vehículos para ubicarlos dentro del camión y así poder garantizar el buen estado y la seguridad al ser transportados. Además dicha plataforma debe cumplir las funciones de compuerta del furgón.

2.2. DESARROLLO DE LA CASA DE LA CALIDAD

En el desarrollo de la casa de la calidad¹⁴ se traduce las demandas del usuario o voz del cliente en requerimientos técnicos o voz del ingeniero.

2.2.1. VOZ DEL USUARIO

En base al pedido del usuario el sistema de elevación debe contar con los siguientes requerimientos:

- Elevar vehículos para un furgón de dos niveles.
- Ser la compuerta posterior del furgón.
- Tener un sistema de control sencillo para su manipulación.
- El sistema de elevación no debe modificar la parte estructura del furgón.
- Ser confiable y segura.
- Debe ser de fácil mantenimiento.

2.2.2. VOZ DEL INGENIERO

Una vez conocidos los requerimientos se procede a traducirlos en características técnicas objetivas que puedan dar cumplimiento a las demandas del usuario.

Estas son:

¹⁴ Riba, C. & Romeva. (2002). Diseño Concurrente. Monterrey. Pp. 178

- Peso
- Desplazamiento vertical
- Desplazamiento angular
- Trabajo continuo
- Semiautomática
- Confiabilidad
- Área de trabajo
- Facil mantenimiento

2.2.3. Valores de referencia

2.2.3.1. Carga

Para la determinar la capacidad de carga se tiene el peso de un vehículo mas dos operadores.(Ver Figura 2.1)



Figura 2.1 Vehículo de carrera

Fuente: Empresa SEMACAR CÍA. LTDA., Ecuador, Fotografía 2013

Elaboración: Propia

Los vehículos de carreras que se utilizan, tienen un peso promedio de 850 kg, más el peso promedio de una persona que es 75 kg¹⁵; el cálculo se presenta en la siguiente ecuación 2.1.

¹⁵ Donato, O., Adrian,(2007). *Peso ideal*. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de http://salud.bioetica.org/peso_ideal.htm

$$\text{Peso promedio de las dos personas} = 75 \text{ kg} * 2 = 150 \text{ kg} \quad \text{EC. 2.1}$$

$$\text{Peso nominal} = 850 \text{ kg} + 150 \text{ kg} = 1000 \text{ kg} \quad \text{EC. 2.2}$$

De la ecuación 2.2, se obtiene un peso nominal de 1000 kilogramos que es utilizado para fines de cálculo de los elementos del presente proyecto.

2.2.3.2. Carrera de elevación

Para definir la carrera de elevación de la plataforma se toma como referencia la distancia desde el suelo hasta el primer y segundo nivel del furgón:

- Altura desde el suelo al primer nivel = 1140 mm.
- Altura desde el suelo al segundo nivel = 2440 mm a 2500 mm.
- Altura desde el piso del primer nivel al piso del segundo nivel = 1300 mm.

Con estos datos se determina que la altura total que debe elevar la plataforma es de 2500 mm.(ver Figura 2.2.)

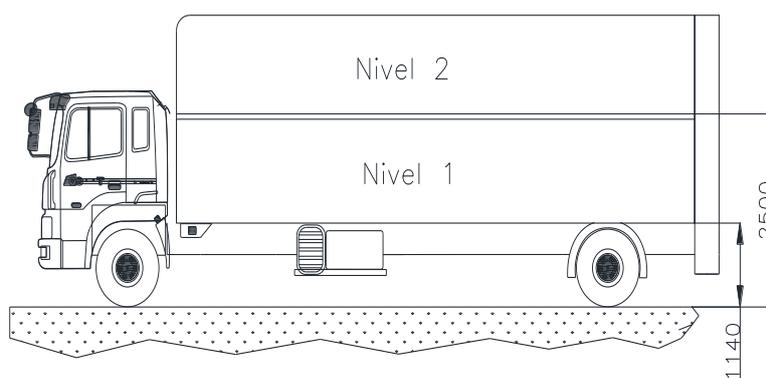


Figura 2.2 Altura desde el suelo a los niveles del furgón

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.2.3.3. Área de la plataforma

Para el análisis de este parámetro se considera las dimensiones de la parte posterior del furgón, debido a que la plataforma realiza la función de compuerta, siendo estas las dimensiones externas:

- Altura: 2600 mm.
- Ancho: 2350 mm.

2.2.4. CASA DE LA CALIDAD

La matriz de la casa de la calidad que se presenta en el Anexo A, se realiza en función de una serie de matrices que se agrupan sintetizando el desarrollo de su estructura, en base a la siguiente secuencia¹⁶:

- Para empezar se ubican los requerimientos y deseos de los usuarios, así como también los requerimientos técnicos de ingeniería.
- Luego se analizan, comparan y evalúan las características del equipo a fabricar con los equipos de la competencia.
- Se analiza la correlación presente entre la voz del usuario y la voz del ingeniero, con el objetivo de determinar las características técnicas a ser mejoradas en función del valor de la importancia que presentan cada una de estas.
- En el caso del techo de la casa de la calidad se establece los distintos compromisos existentes entre las características técnicas del equipo para de esta manera determinar su posición en el mercado.

2.2.5. ANÁLISIS DE LA CASA DE LA CALIDAD

En las columnas A, B, C, de la casa de la calidad, se evalúan las prioridades tanto de la empresa como de la competencia, las mismas que poseen una valoración de 5 y 4 respectivamente. Para el análisis de la columna F se toma en cuenta el futuro empresarial tomando como metas propuestas una mejora de un 20% ó 50 %. En la columna I, se analizan los valores de las ponderaciones obtenidas de cada uno de los parámetros presentes en la sección de la voz del usuario (elevar a dos niveles, subir y bajar, abrir y cerrar y muy estable).

¹⁶ Riba, C. & Romeva. (2002). Diseño Concurrente. Monterrey. Pp. 128

2.2.6. DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES

Como referencia para el proceso de diseño, se elabora un documento donde se organiza las especificaciones del proyecto. (Ver Tabla 2.1)

Tabla 2.1 Documento de especificaciones

Empresa cliente: ABRO		Producto: Plataforma Hidráulica			Fecha inicial: 2013 – 08 - 28
Empresa de ingeniería: SEMACAR CÍA. LTDA					Página 1/1
Especificaciones					
Concepto	Fecha	Propone	R/d	Descripción	
Función	2013/08/28	C	R+D	Elevar los vehículos a dos niveles	
	2013/08/28	C + I	R+D	Abrir y Cerrar la plataforma	
Dimensión	2013/08/28	C + I	R	Carga de 1000 Kg	
	2013/08/28	C + I	R	Área del vehículo 4200 mm x 1800 mm	
	2013/08/28	C	R+D	Plataforma de 2540 mm x 2600 mm	
	2013/08/28	C	R+D	Altura del piso al primer nivel 1145 mm	
	2013/08/28	C	R+D	Altura del piso al segundo nivel 2440 mm	
Movimiento	2013/08/28	I	R	Movimiento vertical	
	2013/08/28	I	R	Movimiento angular	
Fuerzas	2013/08/28	I	R	Una tonelada	
Materiales	2013/08/28	C	R+D	Vehículos de carrera	
Señales y control	2013/08/28	C + I	R	Controlar los parámetros para el sistema de elevación: altura y peso	
Transporte	2013/08/28	C	R	Montaje en un furgón de 2540 x 2600x8500 mm	
Vida útil y mantenimiento	2013/08/28	C + I	R+D	En operación: 10 años Tipo de Mantenimiento: Preventivo y Correctivo	
Costes y plazos	2013/06/10	C + I	R+D	Presupuesto: 12000\$ (contrato) Plazo : 3 meses	
Propone: C= Cliente; I=Ingeniería R/D: R=Requerimiento; MR = Modificaciones de Requerimiento; NR = Nuevo Requerimiento; D = Deseo					

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.3. ANÁLISIS FUNCIONAL

En el presente análisis funcional se establece la estructura modular del sistema de elevación, por lo que, se combina las diversas funciones en módulos de tal forma que se consiga los siguientes objetivos¹⁷:

- Agrupar las funciones en módulos.
- Establecer interfaces: mecánicas, energía, transferencia de materiales y señales; para adecuarlas a los módulos.

2.3.1. DIVISIÓN MODULAR

Para el desarrollar la estructural funcional y modular se realiza hasta el nivel 2 como se puede observar en las Figura 2.3 y Figura 2.4.

2.3.1.1. Análisis de la división modular

El análisis de la estructura funcional y modular se realiza con cada uno de los modulos establecidos de las Figura 2.3 y Figura 2.4

2.3.1.2. Módulo de Control

Este módulo es el más importante, ya que, envía señales para accionar todos los elementos que permiten el control de la plataforma.

- Controlar el sistema hidráulico.
- Conectar y desconectar componente hidráulico.

2.3.1.3. Módulo Estructural

Para este módulo se toma en cuenta las especificaciones dadas por el cliente ya que no deben exceder las dimensiones.

- Extensión de plataforma.

¹⁷ Riba, C. & Romeva. (2002). Diseño Concurrente. Monterrey. Pp. 128

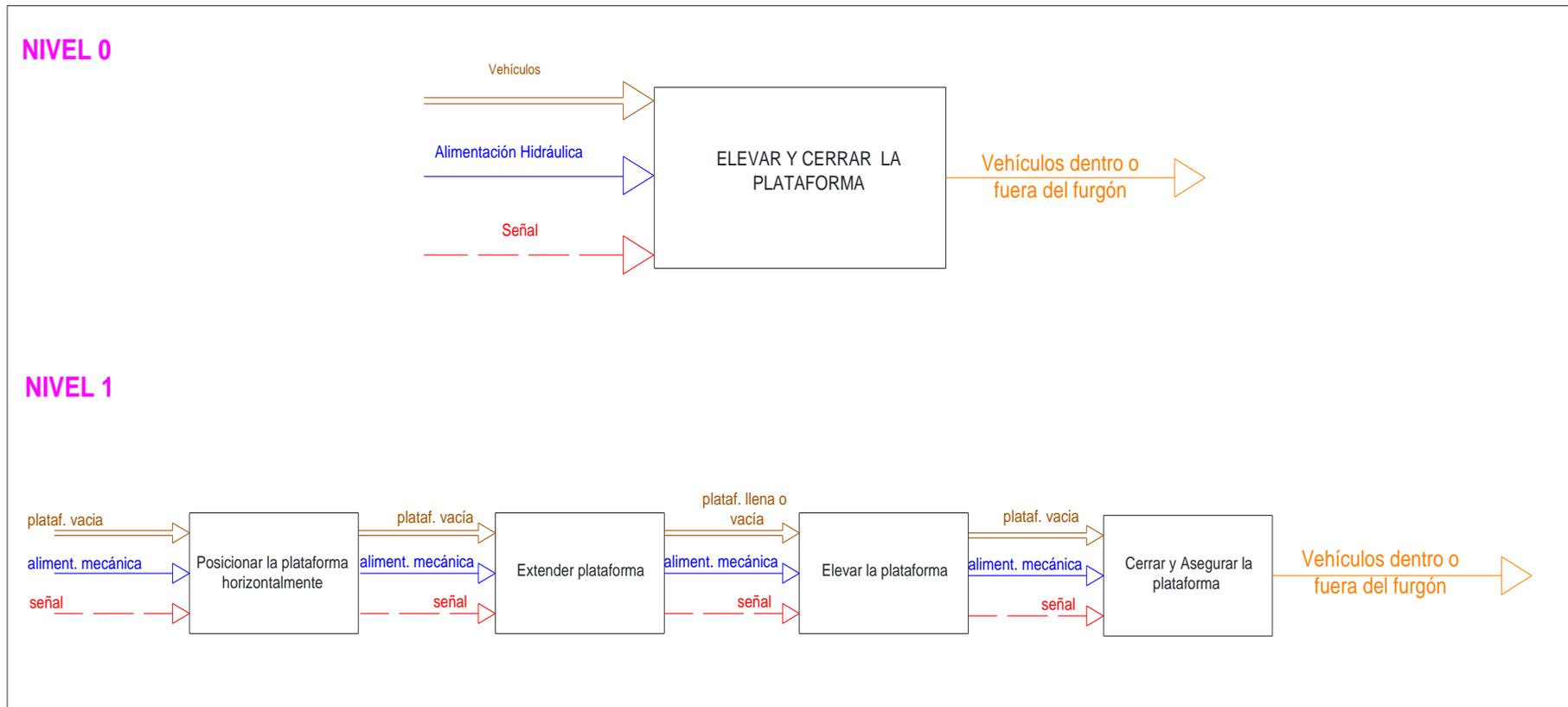


Figura 2.3 División modular nivel 0 y nivel 1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

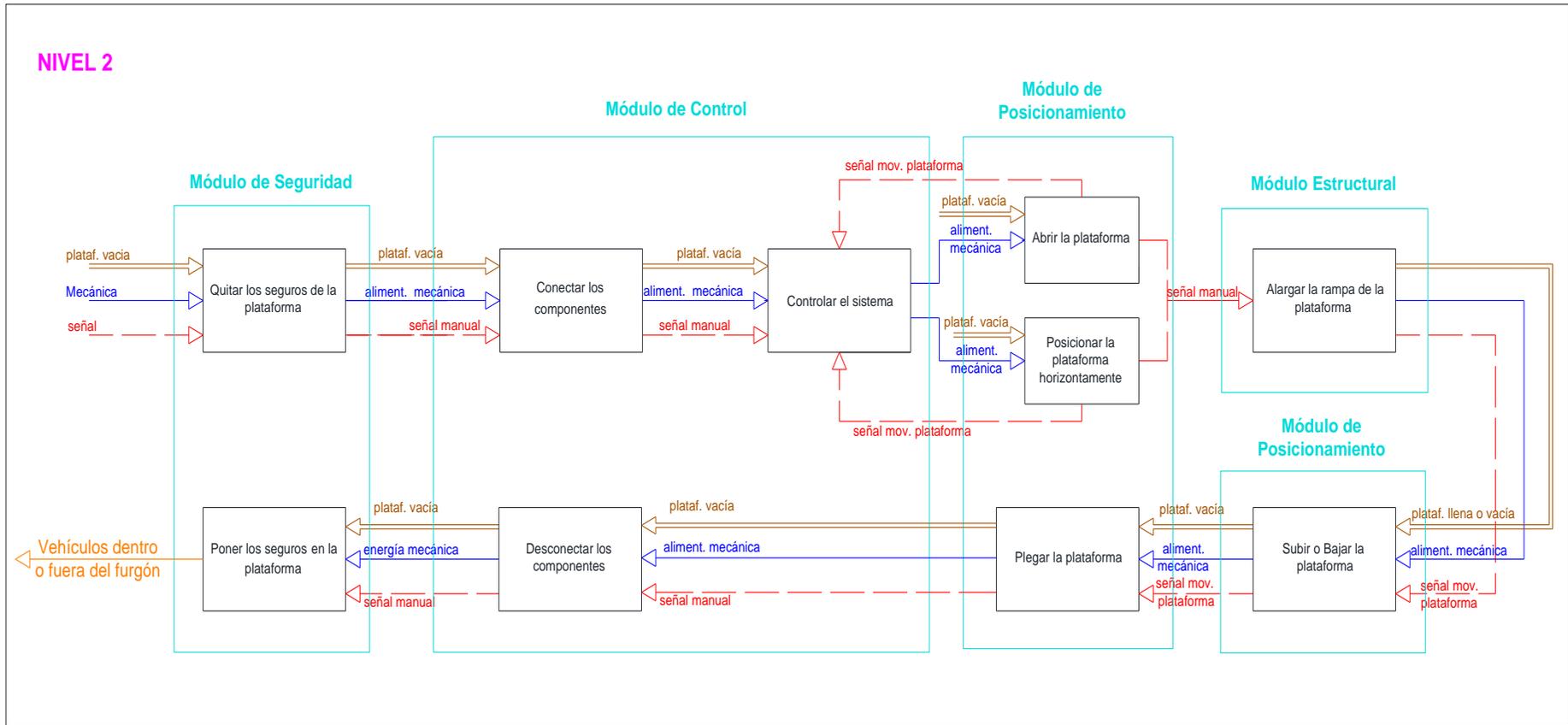


Figura 2.4 División modular nivel 2

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.3.1.4. Módulo de Posicionamiento

Este módulo trata del sistema de posicionamiento de la plataforma, en donde abarca las siguientes funciones:

- Abrir y posicionar la plataforma horizontalmente.
- Subir y bajar la plataforma.
- Plegar la plataforma.

2.3.1.5. Módulo de Seguridad

En este módulo se analiza la seguridad de la plataforma y de los vehículos que están dentro del furgón.

- Retirar y colocar el seguro de la plataforma.

2.4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Una vez establecidos los módulos del análisis de la división modular se procede a realizar un estudio de las posibles soluciones o alternativas para cada módulo y sub-función.

2.4.1. SOLUCIÓN DEL MÓDULO ESTRUCTURAL

Este módulo posee la siguiente función:

- Extensión de plataforma.

2.4.1.1. Extensión de plataforma

2.4.1.1.1. Alternativa A: Rampa plegable contra plataforma.

Se propone colocar bases con pasadores para que la rampa extensible pueda hacer bisagra sobre la plataforma, ver Figura 2.5.

Ventajas

- Este tipo de rampa tiene un sistema seguro de bisagra.
- Permite que sea más accesible la extensión de la rampa.

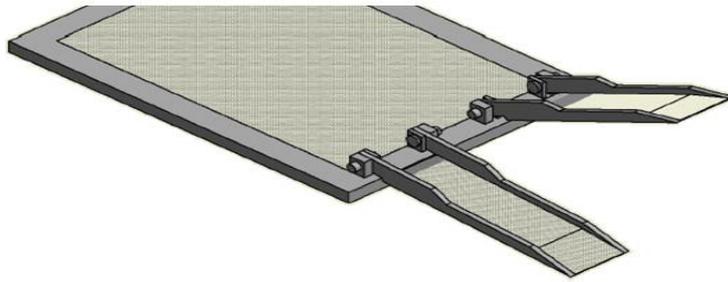


Figura 2.5 Rampa extensible con pasadores

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Desventajas

- Al momento de plegar la rampa se necesita de dos operarios.
- Necesita de un sistema de seguridad para mantener la rampa contra la plataforma cuando ya no esta en funcionamiento.

2.4.1.1.2. Alternativa B: Rampa deslizante con empuñaduras

Se propone hacer dos carriles en la parte inferior de la plataforma que salgan por la parte frontal de esta, permitiendo ingresar la rampa extensible y en esta a la vez colocar empuñaduras para poder manipularla. (Figura 2.6)

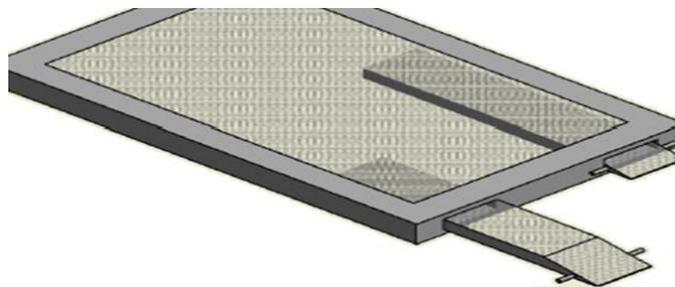


Figura 2.6 Rampa extensible con empuñaduras

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Ventajas

- El sistema que posee la plataforma de autoguardar las rampas, permiten que pasen desaperebidas cuando no están en funcionamiento.

- Son de fácil manipulación por las empuñaduras.

Desventajas

- Deben estar en constante lubricación los carriles o correderas para facilitar el ingreso de la rampa.
- Debe tener una holgura para manipular manualmente las empuñaduras

2.4.1.1.3. Alternativa C: Rampa deslizante con perforaciones

Se propone hacer dos carriles en la parte inferior de la plataforma que salgan por la parte frontal de esta, permitiendo ingresar la rampa extensible. Se construye dos carriles en la parte frontal de la plataforma y en esta a la vez se realiza perforaciones para manipular manualmente. (Figura 2.7)

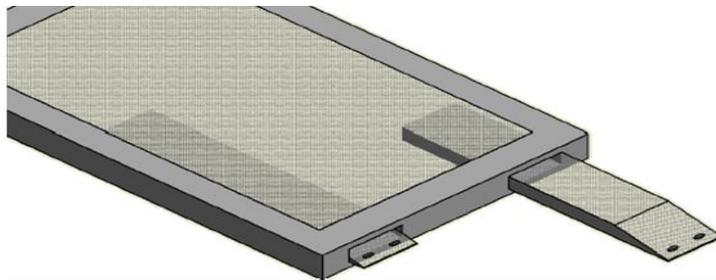


Figura 2.7 Rampa Extensible con orificios para manipular

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Ventajas

- El sistema que posee la plataforma de auto guardar las rampas, hace que pasen desapercibidas cuando no están en funcionamiento.
- Son de fácil manipulación por los orificios de la rampa.

Desventaja

- Deben estar en constante lubricación los carriles o correderas para facilitar el ingreso de la rampa.

2.4.1.2. Evaluación y selección de alternativas del módulo estructural

Para determinar la solución del módulo estructural se analiza los criterios de valoración que se consideran los más importantes:

- Acoplamiento estable de las rampas.
- Facilidad de manipulación.
- Protección del vehículo a transportar.
- Bajo costo.

A partir de criterios mencionados se realiza la respectiva evaluación en la Tabla 2.2, Tabla 2.3, Tabla 2.4, Tabla 2.5 y Tabla 2.6:

Tabla 2.2 Evaluación de cada criterio

Protección > Acoplamiento > Manipulación > Costo						
Criterio	Acoplamiento	Manipulación	Protección	Costo	$\Sigma + 1$	Ponderación
Acoplamiento		1	0	1	3	0,300
Manipulación	0		0	1	2	0,200
Protección	1	1		1	4	0,400
Costo	0	0	0		1	0,100
				Suma	10	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.3 Evaluación del criterio protección

Alternativa B = Alternativa C > Alternativa A						
Protección	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación	
Alternativa A		0	0	1	0,167	
Alternativa B	1		0,5	2,5	0,417	
Alternativa C	1	0,5		2,5	0,417	
				Suma	6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.4 Evaluación del criterio acoplamiento

Alternativa B = Alternativa C > Alternativa A					
Acoplamiento	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0	0	1	0,167
Alternativa B	1		0,5	2,5	0,417
Alternativa C	1	0,5		2,5	0,417
			Suma	6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.5 Evaluación del criterio manipulación

Alternativa C > Alternativa B > Alternativa A					
Manipulación	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0	0	1	0,167
Alternativa B	1		0	2	0,333
Alternativa C	1	1		3	0,500
			Suma	6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.6 Evaluación del criterio costo

Alternativa B = Alternativa C > Alternativa A					
Costo	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0	0	1	0,167
Alternativa B	1		0,5	2,5	0,417
Alternativa C	1	0,5		2,5	0,417
			Suma	6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.7 Conclusiones

Conclusiones	Protección	Acoplamiento	Manipulación	Costo	Σ	Prioridad
Alternativa A	0,067	0,05	0,033	0,0167	0,167	3
Alternativa B	0,167	0,125	0,067	0,0417	0,400	2
Alternativa C	0,167	0,125	0,100	0,0417	0,433	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 2.7, se obtiene la Alternativa C, obteniendo la extensión de la plataforma, con una rampa deslizante con perforaciones.

2.4.2. SOLUCIÓN DEL MÓDULO DE POSICIONAMIENTO

El análisis de este módulo, se realiza en función de:

- Subir y bajar la plataforma
- Abrir, Plegar y posicionar la plataforma horizontalmente.

2.4.2.1. Solución para subir y bajar la plataforma

2.4.2.1.1. Alternativa 1: Elevador de dos columnas con alojamiento para cilindros hidráulicos y cables

Es una forma de elevar muy conocida en el área de mantenimiento automotriz, por lo que, se puede utilizar este sistema para adaptar al proyecto en donde este elevador mediante la utilización de cilindros hidráulicos ubicados en las columnas fijas y mediante cables permiten el respectivo desplazamiento vertical de la columna móvil que es la que tiene adherida los brazos de elevación, como se muestra en la Figura 2.8.

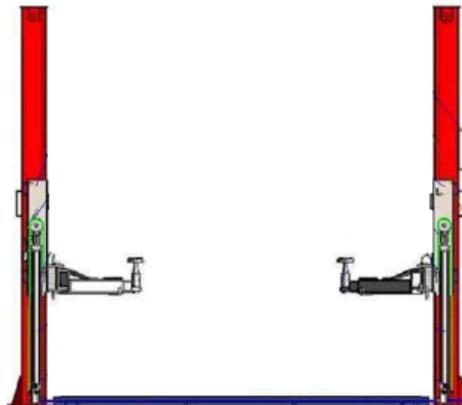


Figura 2.8 Elevador de dos columnas con cables

Fuente: Elevador Transportable, Publicado en: <http://es.scribd.com/doc/75992483/Calculo-de-Un-Elevador>

Elaboración: Propia

Ventajas

- La utilización de las columnas permite un equilibrio de elevación.

- Las columnas se pueden montar fácilmente en el furgón.
- La utilización de cables es segura debido a que tiene una rotura progresiva que puede ser detectada mediante una revisión periódica.
- Los cables son elementos flexibles para la elevación de carga.

Desventajas

- Por el rozamiento entre la columna fija y móvil hay un desgaste rápido de material.
- El cable se puede deteriorar por corrosión si el trabajo es en un ambiente externo.
- Desgaste del cable de acero por rozamiento con las poleas disminuye la resistencia del mismo.
- Si se llega a romper el cable hay que hacer un cambio total del mismo.

2.4.2.1.2. Alternativa 2: Elevador de dos columnas con alojamiento para cilindros hidráulicos y cadenas

Este tipo de sistemas son utilizados para elevar y transportar grandes cargas con rapidez, para el funcionamiento utiliza un cilindro hidráulico en cada columna fija y consta de una cadena que permite desplazar verticalmente la columna móvil que es la que tiene adherida los brazos de elevación. (Ver Figura 2.9.)

Ventajas

- La utilización de las columnas permite un equilibrio de elevación.
- Las columnas se pueden montar fácilmente en el furgón.
- Ante una rotura de uno o varios eslabones de la cadena son de fácil reemplazo.
- Este tipo de sistema de elevación de carga con cadenas permite trabajar con maquinaria pesada.

- Debido a que los eslabones de la cadena son compactos, al momento de instalar estos no requieren de tensión inicial como es el caso de los cables.

Desventajas

- Las cadenas son más costosas que los cables.
- Se necesita de un mantenimiento preventivo si las cadenas trabajan a la intemperie.



Figura 2.9 Elevador de dos columnas con cadenas

Fuente: Empresa PULI INDUSTRIAL, China, Publicado en: <http://www.chinapuli.es/Two-Post-Lift/>

Elaboración: Propia

2.4.2.2. Solución para abrir, plegar y posicionar la plataforma

2.4.2.2.1. Alternativa 1: Inclinamiento de la plataforma con una grúa de arrastre o carrete eléctrico

Este tipo de equipo eléctrico sirve para levantar o recoger algún elemento mecánico que necesite de grandes esfuerzos físicos. Figura 2.10

Ventajas

- No necesita que el motor del vehículo este encendido siempre que las baterías de estén cargadas para el funcionamiento de la grúa de arrastre.

- El vehículo no requiere de sistemas complejos para instalar la grúa de arrastre.
- Son de fácil operación ya que se controla con un botonera.

Desventajas

- La grúa de arrastre necesita trabajar a pausas para recuperar la carga de las baterías.
- Este tipo de grúa de arrastre requiere de una protección ya que su mecanismo es eléctrico y trabaja a la interperie.
- Para realizar los movimiento que requiere el sistema de elevación este necesita de dos gruas de arrastre que se ubica uno en cada extremo del furgón.



Figura 2.10 Grúa de arrastre eléctrico

Fuente: Empresa OFFROAD, Chile, Publicado en: http://www.offroad.cl/index.php?route=product/product&product_id=365

Elaboración: Propia

2.4.2.2.2. Alternativa 2: Inclinamiento de la plataforma con una grúa de arrastre o carrete hidráulico

Una grúa de arrastre hidráulica es un dispositivo sirve para elevar y halar algún elemento mecánico que necesite de grandes esfuerzos físicos. (Figura 2.11).



Figura 2.11 Grúa de arrastre hidráulico

Fuente: Empresa OFFROAD, Chile, Publicado en: http://www.offroad.cl/index.php?route=product/product&path=14_38&product_id=397

Elaboración: Propia

Ventajas

- La grúa de arrastre hidráulica puede funcionar continuamente ya que no requiere descansar como los eléctricos.
- Este tipo de grúas son aptas para trabajar en ambientes abiertos.
- Tiene mayor fuerza que los eléctricos.
- Para realizar los movimientos del sistema de elevación necesita de dos grúas de arrastre que se ubica uno en cada extremo del furgón .
- La probabilidad de que sufran algún daño es menor que el de una grúa de arrastre eléctrico.

Desventajas

- Necesita que el motor del vehículo este siempre encendido para el funcionamiento de la grúa de arrastre.
- Su instalación es más compleja que las grúas de arrastre eléctricas.
- Necesita que se adapte un sistema con componentes hidráulicos en el vehículo para el funcionamiento de la grúa.

2.4.2.2.3. *Alternativa 3: Inclinamiento de la plataforma con dos cilindros hidráulicos laterales.*

Se coloca un cilindro hidráulico de doble efecto en cada parte lateral del furgón para que al momento de accionarse se pueda abrir o cerrar la plataforma y la mantenga equilibrada, como se muestra en la Figura 2.12.

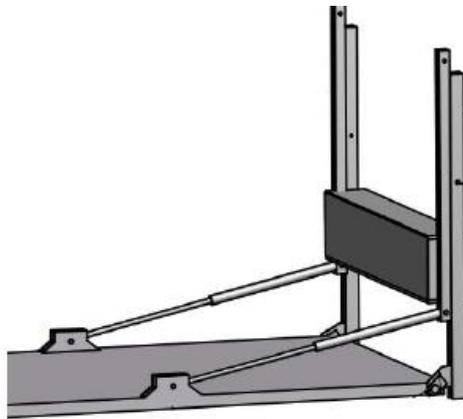


Figura 2.12 Plataforma con dos cilindros hidráulicos laterales

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Ventajas

- Los cilindros hidráulicos trabajan de manera continua.
- Este sistema consta de pocos componentes hidráulicos para su instalación.
- En este tipo de sistema no se necesita que haya un constante mantenimiento.
- Al utilizar cilindros hidráulicos vuelve al sistema de inclinación mas seguro y estable.

Desventajas

- Requiere que el motor siempre esté en funcionamiento.
- Su instalación es más compleja ya que necesita adaptar un sistema con componentes hidráulicos en el vehículo para el funcionamiento de la grúa.

2.4.2.3. Evaluación y selección de alternativas del módulo de posicionamiento

Para determinar la solución al módulo de posicionamiento, se combina las alternativas de las soluciones dadas de cada función. (Ver la Tabla 2.8.)

Tabla 2.8 Combinación de alternativas para solución final

FUNCION	COMPONENTE					
Subir y Bajar la Plataforma						
Abrir, Plegar y Posicionar la Plataforma						
Alternativas	Solución A	Solución B	Solución C	Solución D	Solución E	Solución F

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Según los criterios mencionados a continuación se realiza la respectiva evaluación en base a la Tabla 2.9, Tabla 2.10, Tabla 2.11, Tabla 2.12 y Tabla 2.13:

Criterios de valoración:

- Facilidad de instalación
- Alta fiabilidad
- Alta mantenibilidad
- Bajo Costo

Tabla 2.9 Evaluación de cada criterio

Fiabilidad>Mantenibilidad>Facilidad>Costo						
Criterio	Facilidad	Fiabilidad	Mantenibilidad	Costo	$\Sigma + 1$	Ponderación
Facilidad		0	0	1	2	0,200
Fiabilidad	1		1	1	4	0,400
Mantenibilidad	1	0		0,5	2,5	0,250
Costo	0	0	0,5		1,5	0,150
				Suma	10	1,000

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.10 Evaluación del criterio fiabilidad

Alternativa C= Alternativa F > Alternativa A= Alternativa B= Alternativa n D= Alternativa E								
Fiabilidad	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	0	0,5	0,5	0	2,5	0,1190
Alternativa B	0,5		0	0,5	0,5	0	2,5	0,1190
Alternativa C	1	1		1	1	0,5	5,5	0,2619
Alternativa D	0,5	0,5	0		0,5	0	2,5	0,1190
Alternativa E	0,5	0,5	0	0,5		0	2,5	0,1190
Alternativa F	1	1	0,5	1	1		5,5	0,2619
						Suma	21	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.11 Evaluación del criterio mantenibilidad

Alternativa F > Alternativa D = Alternativa E > Alternativa C > Alternativa A = Alternativa B								
Mantenibilidad	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	0	0	0	0	1,5	0,0714
Alternativa B	0,5		0	0	0	0	1,5	0,0714
Alternativa C	1	1		0	0	0	3	0,1429
Alternativa D	1	1	1		0,5	0	4,5	0,2143
Alternativa E	1	1	1	0,5		0	4,5	0,2143
Alternativa F	1	1	1	1	1		6	0,2857
Suma							21	1,0000

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.12 Evaluación del criterio facilidad

Alternativa F = Alternativa C > Alternativa A = Alternativa B = Alternativa D = Alternativa E								
Facilidad	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	0	0,5	0,5	0	2,5	0,1190
Alternativa B	0,5		0	0,5	0,5	0	2,5	0,1190
Alternativa C	1	1		1	1	0,5	5,5	0,2619
Alternativa D	0,5	0,5	0		0,5	0	2,5	0,1190
Alternativa E	0,5	0,5	0	0,5		0	2,5	0,1190
Alternativa F	1	1	0,5	1	1		5,5	0,2619
Suma							21	1,0000

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.13 Evaluación del criterio costos

Alternativa C > Alternativa F > Alternativa A = Alternativa B > Alternativa D = Alternativa E								
Costo	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	0	1	1	0	3,5	0,1667
Alternativa B	0,5		0	1	1	0	3,5	0,1667
Alternativa C	1	1		1	1	1	6	0,2857
Alternativa D	0	0	0		0,5	0	1,5	0,0714
Alternativa E	0	0	0	0,5		0	1,5	0,0714
Alternativa F	1	1	0	1	1		5	0,2381
Suma							21	1,0000

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.14 Conclusiones

Conclusiones	Fiabilidad	Mantenibilidad	Facilidad	Costo	Σ	Prioridad
Alternativa A	0,0476	0,0179	0,0238	0,0250	0,1143	5=6
Alternativa B	0,0476	0,0179	0,0238	0,0250	0,1143	5=6
Alternativa C	0,1048	0,0357	0,0524	0,0429	0,2357	2
Alternativa D	0,0476	0,0536	0,0238	0,0107	0,1357	3=4
Alternativa E	0,0476	0,0536	0,0238	0,0107	0,1357	3=4
Alternativa F	0,1048	0,0714	0,0524	0,0357	0,2643	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 2.14, se obtiene la Alternativa F: Para el desplazamiento vertical se utiliza dos columnas con cilindros y cadenas; para la inclinación de la plataforma cilindros hidráulicos laterales.

2.4.3. SOLUCIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL

Para la solución del módulo de control se considera las siguientes funciones:

- Controlar el sistema
- Conectar y desconectar los componentes

2.4.3.1. Solución para controlar el sistema

2.4.3.1.1. *Alternativa 1: Control a través de un mando hidráulico de dos posiciones doble efecto*

Este tipo de mandos permiten controlar el flujo y dirección del aceite hacia las varias funciones del equipo. (Ver Figura 2.13)

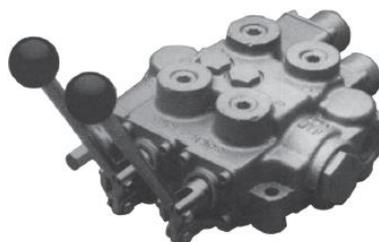


Figura 2.13 Mando hidráulico de dos posiciones de doble efecto

Fuente: Empresa INTERNATIONAL, EE.UU. Publicado en: http://www.intlfpa.com/frame_products.html

Elaboración: Propia

Ventajas

- Su funcionamiento de doble acción permite trabajar a dos posiciones con una sola palanca.
- Este tipo de componente es de fácil instalación.

Desventajas

- Se necesita elementos adicionales para su buen funcionamiento, como es el caso de una válvula reguladora de caudal.
- El mando hidráulico es de bajo costo.

2.4.3.1.2. *Alternativa 2: Control a través de un mando hidráulico de cuatro posiciones de simple efecto*

Este tipo de mandos permiten controlar el flujo y dirección del aceite hacia las varias funciones del equipo. (Figura 2.14)

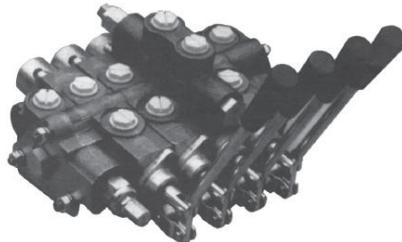


Figura 2.14 Mando hidráulico de cuatro posiciones de simple efecto

Fuente: Empresa INTERNATIONAL, EE.UU. Publicado en: http://www.intlfpa.com/frame_products.html

Elaboración: Propia

Ventajas

- El control es individual debido a la cantidad de palancas.
- Este tipo de componente es de fácil instalación.

Desventajas

- Su funcionamiento de es individual ya que consta una palanca para cada posición, lo cual requiere de mayor espacio para su instalación.
- Requiere de mas elementos hidráulicos para su instalación.

2.4.3.2. Solución para conectar y desconectar los componentes

2.4.3.2.1. Alternativa 1: Utilización de toma de fuerza

Una toma de fuerza se adapta a una transmisión o caja de cambios de un vehículo, su función es transmitir directamente potencia a un sistema hidráulico. (Figura 2.15)



Figura 2.15 Toma de fuerza

Fuente: Empresa MUNCIE, EE.UU. Publicado en: <http://www.munciepower.com/products/311/power-take-offs>

Elaboración: Propia

Ventajas

- Es un sistema de alimentación muy fácil de usar .
- Una toma de fuerza se utiliza en equipos de gestión de carga adaptando componentes para un sistema hidráulico.
- Tiene un peso reducido y un mantenimiento simple.
- Él toma de fuerza puede ser mecánico o neumático.

Desventajas

- Requiere de un espacio libre para su instalación.
- El vehículo debe estar encendido al momento de su funcionamiento.

2.4.3.2.2. Alternativa 1: Utilización de centralina hidráulica

Una centralina es una unidad de poder electrohidráulica que proporciona energía hidráulica para diversas aplicaciones, ver Figura 2.16.

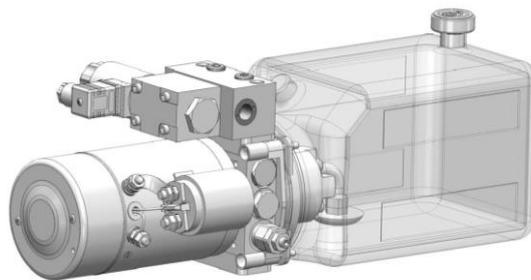


Figura 2.16 Centralina hidráulica

Fuente: Empresa MUNCIE, EE.UU. Publicado en: <http://www.munciepower.com/products/311/power-take-offs>

Elaboración: Propia

Ventajas

- Este equipo es accesible para trabajar con un voltaje de 12 o 24 voltios, que es el rango de mayor utilización en la baterías de un vehículo.
- La instalación es simple ya que puede montarse sobre cualquier sistema fijación.
- Se utilizan generalmente cuando el sistema hidráulico no tiene la posibilidad utilizar una toma de fuerza.

Desventajas

- El costo de la centralina depende de la capacidad y del modo de funcionamiento.

- Este componente para su funcionamiento requiere que el vehículo se encuentre encendido.

2.4.3.3. Evaluación y selección de alternativa para el módulo de control

Para determinar la solución al módulo de control, se combina las alternativas de las soluciones dadas a cada función, como se indica en la Tabla 2.15.

Tabla 2.15 Combinación de alternativas para solución final

Función	Componente		
Controlar el Sistema Hidráulico			
Conectar y Desconectar Componente Hidráulico			
Alternativas	Solución A	Solución B	Solución C

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se considera los siguientes criterios de valoración:

- Simplicidad de instalación en el sistema.
- Presión de trabajo óptima
- Rapidez de respuesta
- Facilidad de operación
- Bajo Costo

A partir de criterios los mencionados se analiza en base a la Tabla 2.16, Tabla 2.17, Tabla 2.18, Tabla 2.19, Tabla 2.20 y Tabla 2.21:

Tabla 2.16 Evaluación de cada criterio

Presión>Rapidez>Facilidad >Simplicidad = Costo							
Criterio	Presión	Rapidez	Facilidad	Simplicidad	Costo	$\Sigma + 1$	Ponderación
Presión		1	1	1	1	5	0,333
Rapidez	0		1	0,5	1	3,5	0,233
Facilidad	0	0		1	0,5	2,5	0,167
Simplicidad	0	0,5	0		0,5	2	0,133
Costo	0	0	0,5	0,5		2	0,133
					Suma	15	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.17 Evaluación del criterio presión

Alternativa A = Alternativa C > Alternativa B					
Presión	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		1	0,5	2,5	0,417
Alternativa B	0		0	1	0,167
Alternativa C	0,5	1		2,5	0,417
			Suma	6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.18 Evaluación del criterio rapidez

Alternativa A = Alternativa C > Alternativa B					
Rapidez	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		1	0,5	2,5	0,417
Alternativa B	0		0	1	0,167
Alternativa C	0,5	1		2,5	0,417
			Suma	6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.19 Evaluación del criterio facilidad

Alternativa A > Alternativa C > Alternativa B					
Facilidad	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		1	1	3	0,500
Alternativa B	0		0	1	0,167
Alternativa C	0	1		2	0,333
Suma				6	1,000

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.20 Evaluación del criterio simplicidad

Alternativa A > Alternativa C > Alternativa B					
Simplicidad	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		1	1	3	0,500
Alternativa B	0		0	1	0,167
Alternativa C	0	1		2	0,333
Suma				6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.21 Evaluación del criterio costo

Alternativa A = Alternativa C > Alternativa B					
Costo	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		1	0,5	2,5	0,417
Alternativa B	0		0	1	0,167
Alternativa C	0,5	1		2,5	0,417
Suma				6	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.22 Conclusiones

Conclusión	Presión	Rapidez	Facilidad	Simplicidad	Costo	Σ	Prioridad
Alternativa A	0,139	0,097	0,083	0,067	0,056	0,442	1
Alternativa B	0,056	0,039	0,028	0,022	0,022	0,167	3
Alternativa C	0,139	0,097	0,056	0,044	0,056	0,392	2

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 2.22, se obtiene la solución A como la alternativa seleccionada, en donde el módulo de control conforma los siguientes componentes hidráulicos: un toma fuerza y un mando hidráulico de dos posiciones doble efecto.

2.4.4. SOLUCIÓN DEL MÓDULO DE SEGURIDAD

Este módulo posee las siguientes funciones:

- Retirar y colocar el seguro de la plataforma.

2.4.4.1. Solución retirar y colocar el seguro de la plataforma.

2.4.4.1.1. Alternativa A: Aseguramiento de la plataforma con pernos internos

En base a la alternativa seleccionada del modulo de posicionamiento se determina que para el movimiento vertical de la plataforma es necesario una columna móvil, la cual cuando deja de funcionar debe tener un seguro interno colocando un perno que la sujete a la columna fija para que la plataforma no se deslice o pueda bajarse estando ya cerrada, como se muestra en la Figura 2.17.

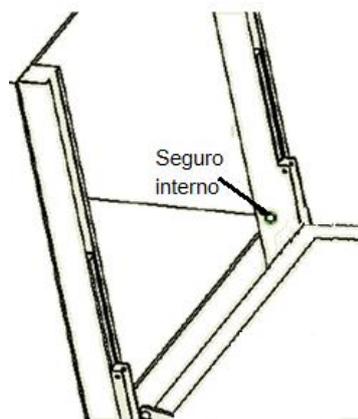


Figura 2.17 Seguro con pernos internos

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Ventajas

- Es muy confiable el seguro debido a que, es interno y difícil de manipular.
- El seguro no permite que la plataforma se baje al estar en movimiento el vehículo.

- La seguridad de los vehículos es máxima.

Desventajas

- Hay pérdida de tiempo debido a que, se tiene que ingresar por una puerta lateral del furgón para quitar o colocar el seguro.

2.4.4.1.2. Alternativa B: Aseguramiento de la plataforma con una cadena y candado.

Se utiliza un seguro externo colocando una cadena con un extremo fijo en la parte lateral del furgón, el otro extremo en la plataforma, y asegurando con un candado. (Figura 2.18)

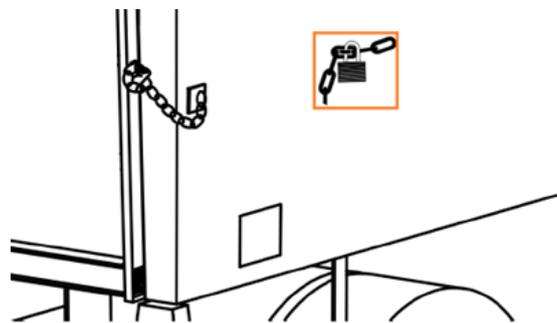


Figura 2.18 Seguro con una cadenas y candados

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Ventajas

- Es sencilla la instalación de este mecanismo en comparación a la anterior alternativa.
- El seguro es rápido de colocar.

Desventajas

- Este mecanismo no es seguro, para la carga dentro del furgón, ya que es de fácil manipulación.
- No asegura la fijación de la plataforma al estar en movimiento el vehículo.

2.4.4.2. Evaluación y selección de alternativas del módulo de seguridad

Para determinar la solución al módulo de seguridad, se analiza los criterios de valoración:

- Alta fijación de la plataforma al estar en movimiento por el chasis.
- Dificultad de evasión del mecanismo de seguridad.
- Rapidez de manipulación para retirar y colocar el seguro por el operario.

Se evalúa la Tabla 2.23, Tabla 2.24, Tabla 2.25 y Tabla 2.26:

Tabla 2.23 Evaluación de cada criterio

Alta fijación = Dificultad > Rapidez					
Criterio	Alta Fijación	Dificultad	Rapidez	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alta Fijación		0,5	1	2,5	0,417
Dificultad	0,5		1	2,5	0,417
Rapidez	0	0		1	0,167
			Suma	6	1,000

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.24 Evaluación del criterio alta fijación

Alternativa A > Alternativa B				
Alta Fijación	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		1	2	0,6667
Alternativa B	0		1	0,3333
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.25 Evaluación del criterio dificultad

Alternativa A > Alternativa B				
Dificultad	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		1	2	0,6667
Alternativa B	0		1	0,3333
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.26 Evaluación del criterio rapidez

Alternativa B > Alternativa A				
Rapidez	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa A		0,5	1,5	0,5000
Alternativa B	0,5		1,5	0,5000
		Suma	3	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.27 Conclusiones

Conclusión	Alta Fijación	Dificultad	Rapidez	Σ	Prioridad
Alternativa A	0,278	0,278	0,500	1,056	1
Alternativa B	0,139	0,139	0,500	0,778	2

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 2.27, se obtiene la alternativa A: aseguramiento de la plataforma con pernos internos.

2.4.5. SOLUCIÓN FINAL

Después del estudio realizado se muestra las siguientes alternativas seleccionadas en la Tabla 2.28, así como también un prototipo del sistema de elevación para la plataforma. Ver Figura 2.19 :

Tabla 2.28 Resumen de la solución final

Módulo	Alternativas seleccionadas
Estructural	Extensión de la plataforma, con una rampa deslizante con perforaciones.
Posicionamiento	Para el desplazamiento vertical se utiliza dos columnas con cilindros y cadenas y para la inclinación de la plataforma cilindros hidráulicos laterales.
Control	Componentes hidráulicos un toma fuerza y un mando hidráulico de dos posiciones doble efecto.
Seguridad	Aseguramiento de la plataforma con pernos internos.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

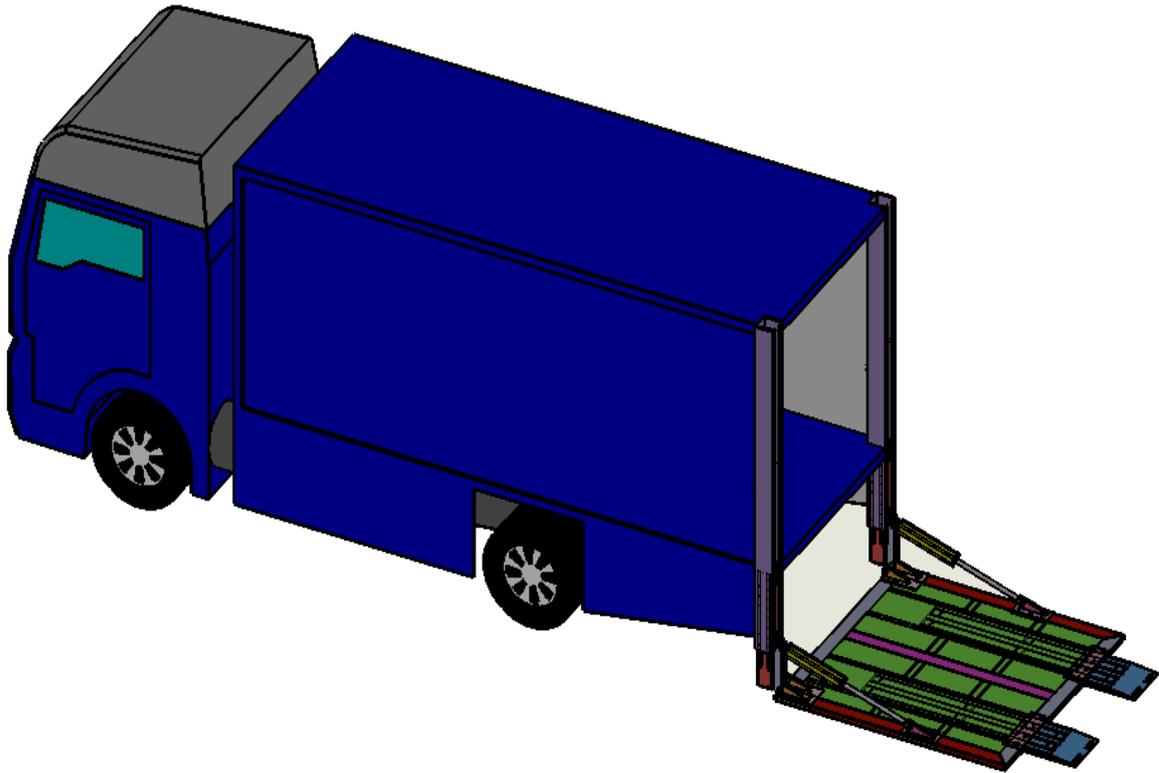


Figura 2.19 Prototipo de plataforma hidráulica

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.5. PROTOCOLO DE PRUEBAS

El protocolo de pruebas es la constancia de que el equipo construido tiene un correcto funcionamiento, en éste se realiza una serie de pruebas que debe aprobar el equipo. Dichas pruebas se detallan a continuación:

- Verificación de dimensiones generales de los elementos estructurales.
- Verificación de los componentes en el sistema de elevación hidráulico y neumático.
- Verificación del funcionamiento de la plataforma con pruebas en vacío y a plena carga.

2.5.1. VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES GENERALES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Este control se realiza para asegurar que las dimensiones de fabricación se ajusten con las especificaciones de los planos, como se observa en la Tabla 2.29.

Tabla 2.29 Verificación de las dimensiones generales

Descripción		Instrumento de control	Diseño	Construcción	Aceptación		
					SI	no	
Plataforma y rampas extensibles	Plataforma	Largo total	Flexómetro	[mm]	[mm]		
		Ancho total	Flexómetro	[mm]	[mm]		
		Altura total	Flexómetro	[mm]	[mm]		
	Rampa extensible	Largo total	Flexómetro	[mm]	[mm]		
		Ancho total	Flexómetro	[mm]	[mm]		
		Distancia entre las rampas extensibles	Flexómetro	[mm]	[mm]		

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.5.2. VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS

La verificación del sistema hidráulico se realiza de manera visual constatando el estado de cada uno de los componentes con el fin de conocer, si estos son los adecuados para el sistema. (Ver Tabla 2.30).

Tabla 2.30 Verificación de componentes neumáticos

	Componentes	Verificar	Funcionamiento		
			Bueno	Regular	Malo
Sistema neumático	Válvula automática de cabina para el toma fuerza y la bomba	Conexión			
	Conexiones de las Mangueras de aire	Fugas			
	Toma fuerza	Sonido			

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.31 Verificación de componentes hidráulicos

	Componentes	Verificar	Funcionamiento		
			Bueno	Regular	Malo
Sistema ole hidráulico	Bomba hidráulica	Presión			
	Caja de mandos	Fuga			
	Reservorio de aceite	Nivel			
	Cilindros hidráulicos principales	Fuga			
	Cilindros hidráulicos secundarios	Fuga			
	Conexiones de las mangueras de aceite	Fugas			
Sistema de elevación	Cadenas	Estado			
	Poleas	Estado			
	Columna móvil	Lubricación			
	Anclajes para los cilindros hidráulicos principales	Fijación			
	Anclajes para los cilindros hidráulicos secundarios	Fijación			

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

2.5.3. COMPROBACIÓN DE LA PLATAFORMA EN VACÍO Y CON CARGA

Se realiza esta comprobación de la plataforma con o sin carga, con el fin de comprobar el funcionamiento adecuado del sistema; utilizando como parámetro de medición; la inclinación y movimiento vertical de la plataforma, como se observa en la Tabla 2.32 y Tabla 2.33.

Tabla 2.32 Prueba de funcionamiento en vacío para el desplazamiento angular de la plataforma

PRUEBAS DE LA INCLINACIÓN DE LA PLATAFORMA				
Grados	Cilindros hidráulicos secundarios		Anclaje principales	
	Falla	No falla	Falla	No falla
0				
45				
90				

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 2.33 Prueba de funcionamiento con carga y en vacío para el desplazamiento de la plataforma

PRUEBAS DE LA ELEVACIÓN DE LA PLATAFORMA												
Nivel	Cadena		Columna móvil		Anclajes principales		Poleas		Cilindro hidráulico principal		Columna fija	
	Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No falla	Falla	No falla
Nivel 0												
Nivel 1												
Nivel 2												

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Para el formato completo del protocolo de pruebas en donde consta de un encabezado y posee toda la información necesaria para identificar la prueba de campo, este se lo presenta en el Anexo B.

CAPÍTULO 3 CÁLCULO, SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES.

En el presente capítulo se realiza los cálculos correspondientes al diseño de la alternativa seleccionada para definir los elementos que constituyen la plataforma hidráulica, mediante requerimientos y estándares de diseño.

3.1 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

3.1.1 CARGAS

Para estimar de manera precisa las cargas que recibe una estructura durante su vida útil debe considerarse cualquier tipo de carga que pueda presentarse, por lo tanto, es importante conocer de manera general la siguiente clasificación¹⁸:

- Cargas Estáticas o Muertas
- Cargas Dinámicas o Vivas

3.1.1.1 Cargas estáticas o muertas

Las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen fijas en un mismo lugar. Se determinan a partir del peso de todos aquellos elementos que se encuentran permanentemente en la estructura o adheridos a ellos.

Una estimación razonables de las cargas en una estructura puede realizarse con fórmulas ,tablas o con aproximaciones de pesos.

3.1.1.2 Cargas dinámicas o vivas

Las cargas vivas son aquellas que pueden cambiar de lugar y magnitud. Dentro de estas se tiene las siguientes:

- Cargas móviles, son cargas que se mueven bajo su propio impulso, como vehículos, personas, grúas, etc.
- Cargas movibles, son cargas que pueden ser desplazadas, como muebles, materiales, etc.

¹⁸ McCorman, C. Jack, (2002). Diseño de Estructuras de Acero Método ASD (2do Ed.). México: Alfaomega Ediciones. Pp. 40

- Y cargas vivas causadas al construir, como viento, lluvia, sismos, etc.

3.1.2 MÉTODOS DE CÁLCULO

La especificación AISC describe dos métodos para diseñar miembros de acero estructural, estos son¹⁹:

- Método de diseño con factores de carga y resistencia (LRFD)
- Método de diseño por esfuerzos permisibles (ASD)

Los mismos que se basan en los principios del diseño de estados límite que permite describir una condición en la que una estructura o parte de ella deja cumplir su función prescrita. Por lo que existe dos tipos de estados límite:

- Los estados límite de resistencia, se fundamenta en la seguridad o capacidad de carga de las estructuras, incluyendo la fluencia excesiva, la fractura, el pandeo, la fatiga y el movimiento bruto de cuerpo rígido.
- Los estados límites de servicio, describe el comportamiento de las estructuras bajo cargas normales de servicio, incluyendo la deflexión, el agrietamiento, los deslizamientos, la vibración y el deterioro.

3.1.2.1 Método LRDF

Este método emplea como criterios de análisis y diseño los de la teoría plástica. En este caso, basado en estados límites, utiliza procedimientos probabilísticos y provee un nivel más uniforme de confiabilidad y se caracteriza por trabajar con factores de carga y resistencia (ϕ) generalmente menor que 1.0, para ser multiplicado por la resistencia nominal del miembro.

$$(\text{Factor de reducción } \phi)(\text{Resistencia nominal de un miembro } R_n) \geq \text{fuerza factorizada calculada en el miembro } R_u$$

3.1.2.2 Método ASD

El ASD, es un método que trabaja en función de las tensiones admisibles, donde estas son una fracción de las tensiones nominales del material, ya que por

¹⁹ McCorman, C. Jack., Cernak, Stephen, F., (2013). Diseño de Estructuras de Acero (5ta Ed.). México: Alfaomega Ediciones. Pp. 41

basarse en el análisis elástico de las estructuras, los elementos deben ser diseñados para comportarse elásticamente y se caracteriza por trabajar con un factor de seguridad (Ω), generalmente mayor que 1.0, para considerar las variaciones de la resistencia del material.

$$\frac{\text{Resistencia nominal del miembro } R_n}{\text{Factor de seguridad } \Omega} \geq \text{mayor fuerza calculada en el miembro } R_a$$

3.1.2.3 Selección del método

Para el diseño del proyecto se selecciona el método ASD, ya que es un método de diseño conservador que permite mantener la seguridad y confiabilidad en el rango elástico de los materiales y por el empleo de los factores de seguridad apropiados.

3.1.3 SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LAS CARGAS DE DISEÑO

Para la selección de los diferentes tipos de carga aplicadas en el presente proyecto es importante analizar el comportamiento de cada de ellas y así poder realizar sus respectivas combinaciones de manera precisa.

3.1.3.1 Carga muerta

La carga muerta, esta determinada por el peso propio de todos los elementos estructurales, ya que, estos forman parte del sistema de resistencia cuando se aplica la carga del vehículo.

3.1.3.1.1 Determinación de la carga muerta

Para determinar el valor de carga muerta se asume el peso del elemento sometido, según las especificaciones de los catálogos de los fabricantes ó con la ayuda de la ecuación de la densidad de un material (EC. 3.1), de una sección conocida.

$$\delta = \frac{M}{V} \quad \text{EC. 3.1}$$

Donde:

$\delta = \text{Densidad}$

$M = \text{Masa}$

$V = \text{Volumen}$

3.1.3.2 Carga viva

La carga viva, esta constituida por un peso de 1000 kilogramos, obtenido de la EC. 2.1 y EC. 2.2.

3.1.3.2.1 Determinación de la carga viva

Para determinar la carga viva se requiere la disposición de carga de las ruedas del vehículo, por lo que, se conoce: la distancia entre el eje delantero y posterior ya que las medidas son proporcionadas por la empresa auspiciadora, como se observa en la Figura 3.1.

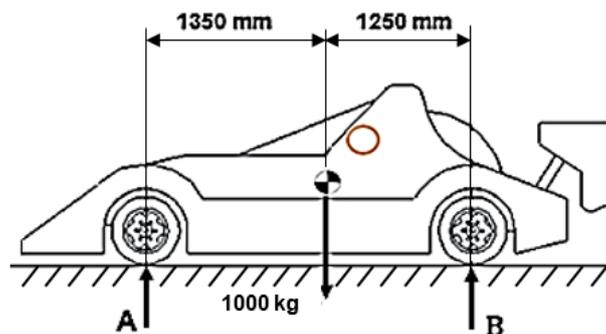


Figura 3.1 Sección longitudinal del vehículo

Fuente: Semacar Cia. Ltda.

Elaboración: Propia

$$\sum Fy: A + B - 1000 = 0$$

$$\sum MA: -1350(1000) + 2600(B) = 0 \quad EC. 3.2$$

$$A = 480,76 \text{ kg} \quad EC. 3.3$$

$$B = 519.23 \text{ kg} \quad EC. 3.4$$

Obteniéndose una carga para el cada par de ejes (delantero y posterior) de 480.76 y 519.23 kilogramos respectivamente.

La carga puntual en cada rueda del vehículo se calcula a partir de la EC. 3.5

$$P_{C-R} = \frac{CV_{eje}}{\# Ruedas} \quad \text{EC. 3.5}$$

Donde:

P_{C-R} = Carga por cada rueda

CV_{eje} = Carga viva (par de ejes)

Reemplazando la EC. 3.3 y EC. 3.4 en la EC. 3.5 respectivamente se tiene las carga por cada rueda del vehículo.

$$P_A = 240.39 \text{ [kgf]} \quad \text{EC. 3.6}$$

$$P_B = 259.62 \text{ [kgf]} \quad \text{EC. 3.7}$$

En la Figura 3.2 se indica la disposición de carga para el vehículo que se emplea para fines de cálculos posteriores.

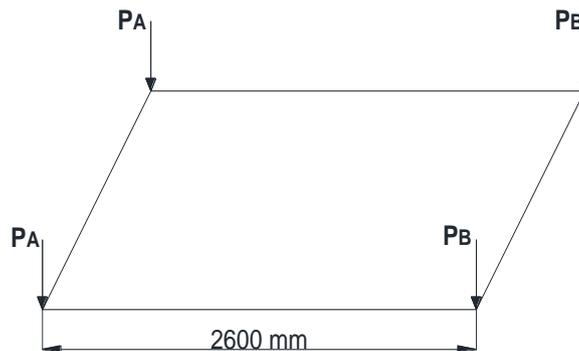


Figura 3.2 Distribución de cargas del vehículo de carreras

Fuente: Semacar Cia. Ltda.

Elaboración: Propia

3.1.3.3 Cargas de impacto

Según la norma ASME A18.1, si el esfuerzo no excede los 100 Mpa, se puede realizar el cálculo sin cargas de impacto, además debido a que se va a trabajar

con sistemas hidráulicos las cargas de impacto son absorbidas por el fluido de trabajo.²⁰

3.1.3.4 Cargas de viento

Las cargas de viento son despreciables ya que la superficie de la plataforma tiene dimensiones pequeñas que no son afectadas por la velocidad del viento.

3.1.3.5 Cargas sísmicas

Las cargas sísmicas no se consideran, debido a que estas inciden sobre los neumáticos del vehículo el mismo que puede absorber o para resistir este tipo de solicitaciones de carga.

3.1.4 COMBINACIONES DE CARGA

Para el cálculo de cargas combinadas con expresiones ASD, que muestra el Manual del Acero, se presenta las combinaciones de cargas según la norma ASCE 7-10²¹ (Ver Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Combinación de cargas de la norma ASCE 7-10

Grupo	Combinación
1	D
2	D+L
3	D (Lr o S o R)
4	D + 0.75L + 0.75(Lr o S o R)
5	D + (0.6W o 0.7E)
6a	D + 0.75L + 0.75(0.6W) + 0.75(Lr o S o R)
6b	D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S
7	0.6D + 0.6W
8	0.6D + 0.7E

Fuente: Norma ASCE 7-10. (2010) Minimum design loads for buildings and other structures.

Elaboración: Propia

Donde:

$D = \text{Carga muerta}$

²⁰ ASME A-18.1 (2005). Safety standard for platform lifts and stairway chairlifts. New York, EE.UU.: Pp.11

²¹ American Society of Civil Engineers; Minimum design Loads for buildings and other structures; Pp. 8

$E =$ Carga sísmica

$L =$ Carga viva

$L_r =$ Carga viva en cubierta

$R =$ Carga de lluvia

$S =$ Carga de nieve

$W =$ Carga de viento

Después de analizar los dos tipos de cargas presentes en el proyecto, se considera que los únicos grupos de cargas que cubren adecuadamente todas las combinaciones posibles para el diseño son las presentes en las expresiones primera y segunda de la Tabla 3.1 , obteniendo a Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Combinaciones de cargas para el diseño

Grupo	Combinación
1	D
2	D+L

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.1.5 MATERIAL

El material a utilizar en el presente proyecto es el acero estructural, ya que, se puede encontrar en varias formas como: perfiles estructurales, planchas lisas, antideslizantes; así como también por la amplia facilidad para unir los diversos miembros estructurales por varios tipos de conexiones como son: juntas soldadas, uniones atornilladas y remachadas.

Siendo así, la ASTM agrupa una gran variedad de los aceros estructurales, de donde se ha seleccionado los siguientes (ver Tabla 3.3):

Tabla 3.3 Propiedades de los aceros estructurales

Características Físicas		
	Norma A36	Norma A500, Grado A
Esfuerzo mínimo de fluencia $F_{y_{min}}$, PSI	36 000	33 000
Resistencia última $F_{u_{min}}$, PSI	58 000	45 000

Fuente: Norma ASTM

Elaboración: Propia

3.2 MECANISMO DE MOVILIDAD DE LA PLATAFORMA

La plataforma al ser un equipo versátil tiene dos tipos de desplazamientos:

- a) Vertical, para subir y bajar el vehículo
- b) Angular, para posicionar plataforma

3.2.1 DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Para determinar el movimiento vertical del sistema, que permita el deslizamiento de las columnas móviles sobre las columnas fijas para facilitar que la plataforma ascienda o descienda, ya sea, con o sin carga, se realiza mediante un sistema hidráulico con ayuda de cilindros, como se observa en la

Figura 3.3.

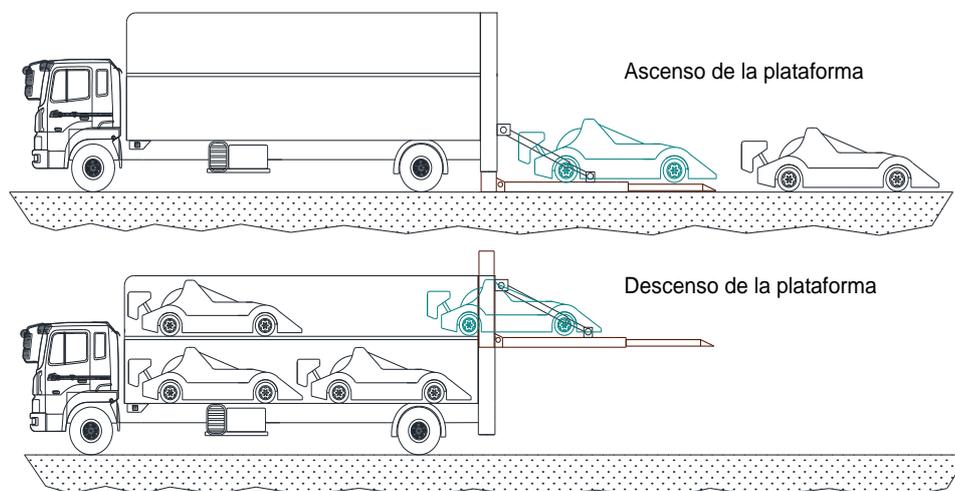


Figura 3.3 Desplazamiento vertical de la plataforma

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.2.2 DESPLAZAMIENTO ANGULAR

El desplazamiento angular está constituido por cilindros hidráulicos que son elementos que se usan comúnmente para impulsar a un mecanismo, permitiendo abrir, posicionar y cerrar la plataforma, siendo así, es necesario conocer los dos tipos de ángulos de la posición de trabajo de la plataforma:

- Ángulo de posición inicial
- Ángulo de posición final

3.2.2.1 Ángulo de posición inicial

En esta posición la plataforma debe plegar contra el furgón (la plataforma debe estar paralela al furgón), por ende, formar un ángulo de cero grados con respecto al eje y como se observa en la Figura 3.4

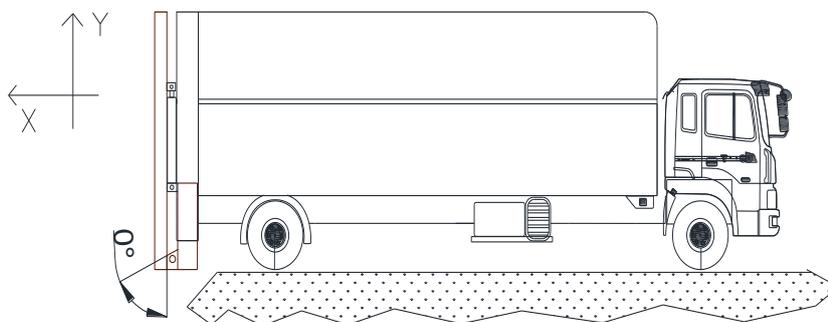


Figura 3.4 Ángulo de posición inicial

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.2.2.2 Ángulo de posición final

Este ángulo de posición final o de trabajo se obtiene cuando la plataforma forma un ángulo de noventa grados con el eje y . (Ver Figura 3.5).

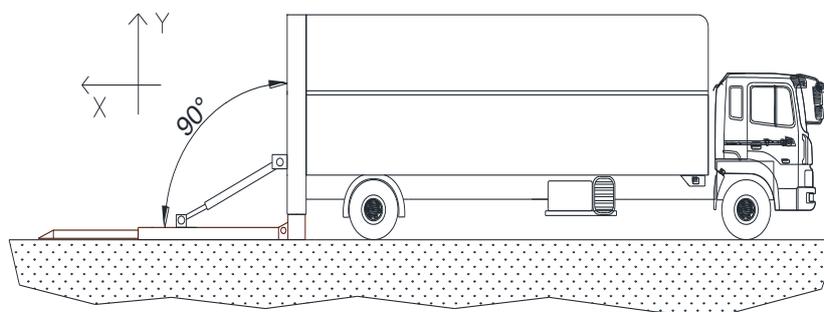


Figura 3.5 Ángulo de posición de final

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.3 GEOMETRÍA DEL MECANISMO

Antes de determinar la movilidad o los grados de libertad de la plataforma para garantizar que esta no se enclave al momento de conseguir la posición de los ángulos mencionados, es necesario que se conozca algunos criterios a utilizar en el estudio de la teoría de máquinas y mecanismos que se detallan a continuación.

3.3.1 CRITERIOS GENERALES

La teoría de máquinas y mecanismos²², es una ciencia aplicada que sirve para comprender las relaciones entre la geometría y los movimientos de las piezas de una máquina o un mecanismo y las fuerzas que generan tales movimientos, por lo que, es importante conocer dos definiciones:

- Máquina, es una combinación de cuerpos dispuestos de tal forma que producen un trabajo, un dispositivo para aplicar potencia o cambiar su dirección.
- Mecanismo, es un conjunto de elementos mecánicos que hacen una función determinada en una máquina.

3.3.1.1 Mecanismos planos

En un mecanismo plano todos los cuerpos giran en planos paralelos y sólo utilizan pares inferiores en donde se pueden incluir revolutas y pares prismáticos.

3.3.1.2 Eslabón

Es un cuerpo rígido encargado de transmitir movimientos, que posee por lo menos dos nodos que son puntos de unión con otros eslabones. (Ver Figura 3.6) Los eslabones se dividen de acuerdo a su movimiento, como se muestra en la Tabla 3.4.

²² Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John. (2001). Teoría de máquinas y mecanismos (1era Ed.). México. McGRAW-HILL Editorial. Pp.1

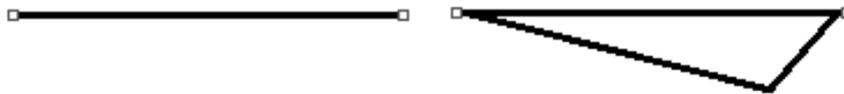
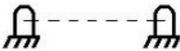
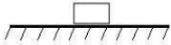


Figura 3.6 Representación de un eslabón simple

Fuente: Shigley J., Edward. & Uicker, J., John. (2001). Teoría de máquinas y mecanismos (1era Ed.). México. Ed. McGRAW-HILL

Elaboración: Propia

Tabla 3.4 Tabla clasificación de los eslabones

Tipos	Descripción	Representación
Bancada	Es un eslabón fijo respecto a un marco de referencia.	
Manivela	Es un eslabón con un eje de rotación fijo, el cual describe un movimiento de rotación completa.	
Balancín	Es un eslabón que oscila a un cierto ángulo y regresa a su dirección, en un cierto intervalo, alrededor de un eje de rotación fijo	
Corredera	Es un eslabón que posee un movimiento de traslación a lo largo de la bancada	
Collarín	Es un eslabón que se desliza a lo largo de un eslabón móvil	
Biela	Es un eslabón que no posee ejes de rotación en ningún punto	

Fuente: GILLBERTO S., (2015) Mecanismos. Publicado en: http://sanchezmecanica.mex.tl/844518_UNIDAD-1.html

Elaboración: Propia

3.3.1.3 Cadena cinemática

Es un conjunto de eslabones y juntas de un mecanismo enlazadas entre sí, de modo que producen un movimiento.

3.3.1.4 Pares cinemáticos

Es el enlace entre dos eslabones causado por el contacto directo entre ellos según una recta o una superficie, y se dividen en:

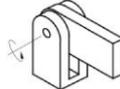
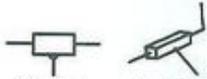
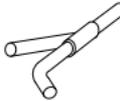
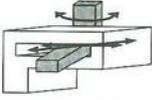
- Pares inferiores, son juntas con contacto superficial²³. (ver la Tabla 3.5)
- Pares superiores, son juntas con contacto de punto o línea.

3.3.1.4.1 Clasificación de los pares inferiores

- El par giratorio o revoluto, solo permite rotación relativa, este par se denomina articulación de pasador o espiga.
- El par prismático, solo permite movimiento relativo de deslizamiento y se denomina articulación de deslizamiento.
- El par de tornillo- par helicoidal, para movimientos de deslizamiento y rotación están relacionados por el ángulo de la rosca.
- El par cilíndrico, permite tanto rotación angular como un movimiento de deslizamiento independiente.
- El par globular o esférico, es una articulación de rótula que posee de una rotación en torno a cada uno de los ejes coordenados.
- El par plano, rara vez se encuentra en los mecanismos en su forma no disfrazada.

²³ Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John. (2001). Teoría de máquinas y mecanismos (1era Ed.). México. McGRAW-HILL Editorial. Pp.10

Tabla 3.5 Pares inferiores

Par	Símbolo	Grados de libertad	Movimiento relativo	Representación esquemática
Revoluta	R	1	 Circular	
Prisma	P	1	 Lineal	
Tornillo	S	1	 Helicoidal	
Cilindro	C	2	 Cilíndrico	
Esfera	G	3	 Esférico	
Plano	F	3	 Plano	

Fuente: Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John. (2001). Teoría de máquinas y mecanismos (1era Ed.). México. McGRAW-HILL Editorial

Elaboración: Propia

3.3.1.5 Movilidad

La movilidad de un mecanismo son los grados de libertad, es decir, es el número mínimo de parámetros independientes necesarios para llevar al mecanismo a una posición en particular.

3.3.1.6 Tipos de movimientos en el plano

Se tiene dos tipos básicos de movimientos, y uno que se compone de la combinación de estos, así se tiene:

3.3.1.6.1 Rotación pura

El cuerpo posee un centro de rotación que no tiene movimiento con respecto al marco de referencia, como por ejemplo: manivela o balancín.

3.3.1.6.2 Traslación pura

Los puntos del cuerpo describen trayectorias paralelas curvilíneas o rectilíneas. Una línea de referencia trazada en el cuerpo cambia su posición lineal pero no su orientación angular.

3.3.1.6.3 Rotación y traslación

Es la combinación de los movimientos descritos anteriormente, traslación y rotación.

3.3.1.7 Criterio analítico de movilidad

Para determinar los grados de libertad totales de los mecanismos planos y para el presente proyecto se aplica el criterio:

3.3.1.7.1 Criterio de Kutzbach

El criterio de Kutzbach sirve para determinar el número de grados de libertad de un mecanismo a partir del número de elementos y pares que lo componen.

Utiliza la siguiente forma escrita en la EC. 3.8 , para la movilidad de un mecanismo plano.²⁴

$$m = 3(n - 1) - 2j_1 - j_2 \quad \text{EC. 3.8}$$

Donde

$m =$ Movilidad o grados de libertad del mecanismo

²⁴ Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John. (2001). Teoría de máquinas y mecanismos (1era Ed.). México. McGRAW-HILL Editorial. Pp.13

n = Número de eslabones

j_1 = Número de pares inferiores o de un solo grado de libertad

j_2 = Número de pares superiores o de dos grados de libertad

Obteniendo los siguientes casos de movilidad:

- Si $m=1$, el mecanismo se puede impulsar con un solo movimiento de entrada.
- Si $m=2$, entonces se necesita dos movimientos de entrada separados para producir el movimiento restringido del mecanismo.
- Si $m=0$ el movimiento es imposible y el mecanismo forma una estructura.
- Si $m=-1$ o menos, hay restricción redundantes en la cadena y forma una estructura estáticamente indeterminada.

3.3.2 IDENTIFICACIÓN DEL MECANISMO

Para identificar el tipo de mecanismo, se analiza el desplazamiento angular de la plataforma producido por los cilindros hidráulicos. (Ver Figura 3.7.)

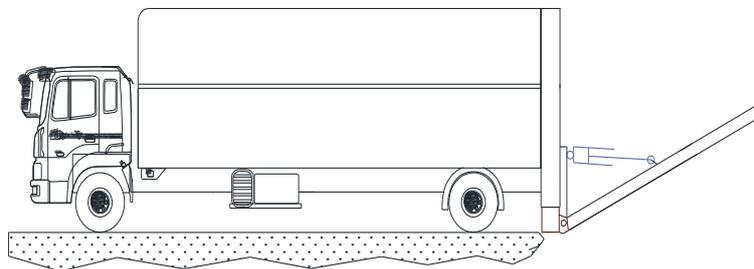


Figura 3.7 Representación esquemática de la plataforma

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.3.2.1 Identificación de los eslabones

En la Tabla 3.6, se muestra los diferentes eslabones que conforma el mecanismo de la plataforma.

Tabla 3.6 Eslabones presentes en la plataforma

#	Eslabones n	Descripción
1	Eslabón fijo o bancada	Base anclaje principal
2	Balancín	Plataforma
3	Balancín	Tubo
4	Collarín	Pistón/vástago hidráulico
	4	Total

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.3.2.2 Identificación de los pares cinemáticos

La identificación de los pares cinemáticos se realiza en función del esquema de mecanismo, como se observa en la Figura 3.8:

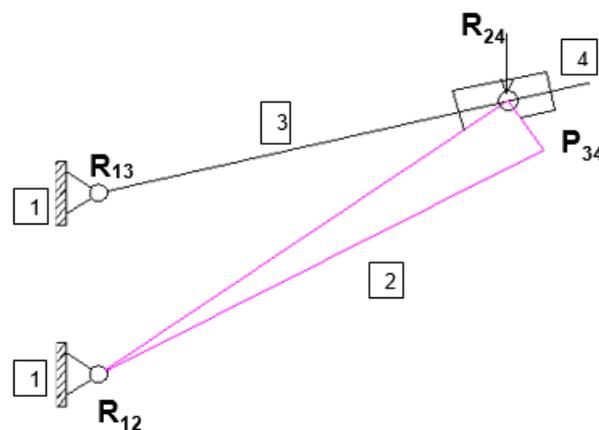


Figura 3.8 Esquema del mecanismo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se identifica los siguientes pares inferiores:

- **Pares giratorios o revolutas R**

Se tiene tres pares giratorios que se usan para conectar los diferentes eslabones con ayuda de la Tabla 3.6, dado que, uno conecta a la plataforma con el anclaje principal superior R12, otro conecta a la plataforma con el collarín R24 y el último conecta al tubo con la bancada R13. (Ver Figura 3.8)

- **Pares prismáticos P**

Se tiene un par prismático en el tubo, en donde este conecta a el pistón/vástago con el tubo P34. (Ver Figura 3.8)

3.3.2.3 Cálculo de la movilidad

Para el cálculo de la movilidad o grados de libertad del mecanismo de un mecanismo plano se utiliza el criterio de *Grubler*, considerando la Tabla 3.5, que nos indica los grados de libertad para cada par, de donde se obtiene la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Grados de libertad

Par	Símbolo	Grados de libertad
Revoluta	R	1
Prisma	P	1

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 3.6 y Tabla 3.7, se obtiene:

$$n = 4, j_1 = 4 \text{ (3 pares giratorios + 1 par prismático)}, j_2 = 0$$

Y aplicando la EC. 3.8:

$$m = 3(4 - 1) - 2(4) - 0$$

$$m = 1 \text{ (un grado de libertad)}$$

Obteniéndose un grado de libertad, por lo que el mecanismo se puede impulsar con un solo movimiento de entrada, es decir, al mover un solo eslabón, el pistón del cilindro hidráulico, precisa las posiciones de los demás eslabones de la plataforma, siendo así se puede localizar el ángulo necesario para la posición del trabajo que se requiera, ya que, no se produce ningún enclavamiento.

3.3.3 LONGITUDES PARA LA GEOMETRÍA DEL MECANISMO

Para determinar las longitudes l_y y l_x de la posición del cilindro hidráulico dentro de la geometría del mecanismo de plataforma se realiza varias pruebas

experimentales como se observa en el Anexo C, de donde se obtiene las siguientes dimensiones: (Ver Tabla 3.8)

Tabla 3.8 Dimensiones para posicionamiento de cilindro

Distancia l_y [mm]	Distancia l_x [mm]
420	1500

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Una vez determinada las dimensiones se realiza un trazado con las respectivas longitudes de la Tabla 3.8, así cuando la plataforma este formando un ángulo de noventa grados con respecto al furgón, se tiene dos dimensiones fijas l_y , l_x y la longitud l_z es variable ya que esta determinada por el cilindro hidráulico como se muestra en la Figura 3.9. Para lo cual se realiza una circunferencia con centro O y de radio l_x , que sale desde el punto $P1$ hasta el punto $P2$ realizando el desplazamiento angular de la plataforma y obteniendo las medidas del cilindro cuando este se encuentre cerrado o abierto.

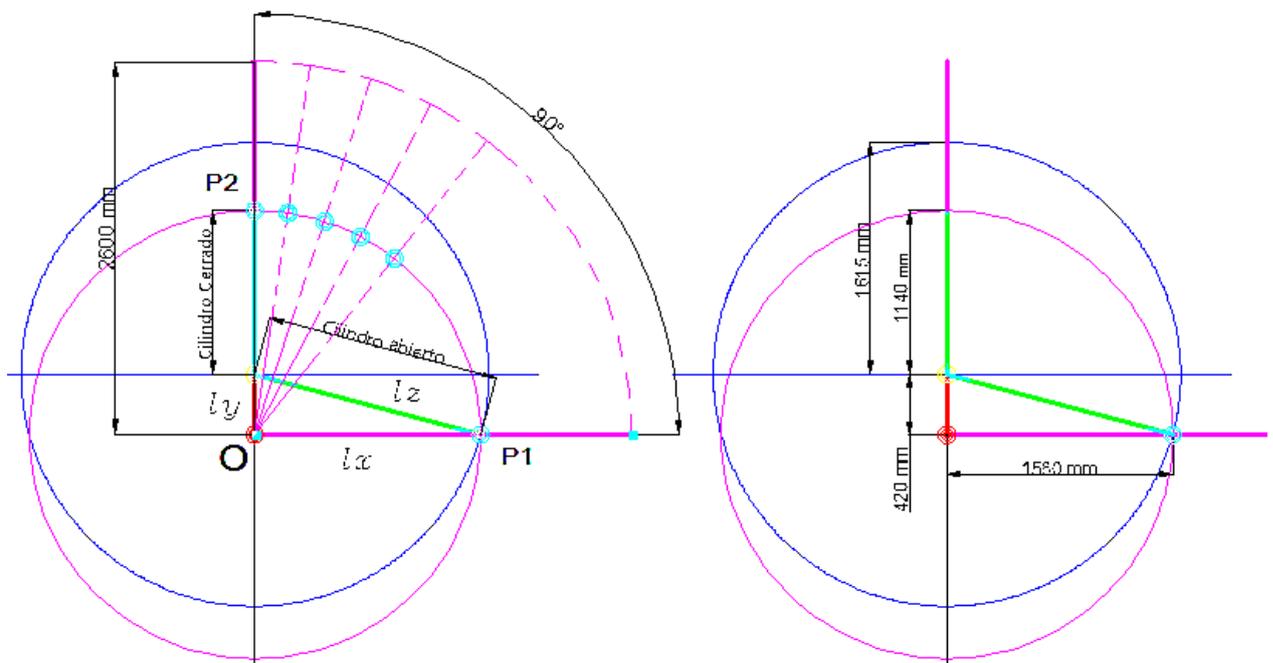


Figura 3.9 Trazado del movimiento

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.4 DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para el diseño de los elementos del sistema estructural se presenta un esquema del plataforma hidráulica (Figura 3.10) con todas sus partes a diseñar:

- Rampa extensible
- Guías o correderas
- Plataforma: (Marco estructural, Soportes)
- Anclajes
- Columnas fijas y móviles
- Conexiones
- Soldadura
- Sistema hidráulico y neumático

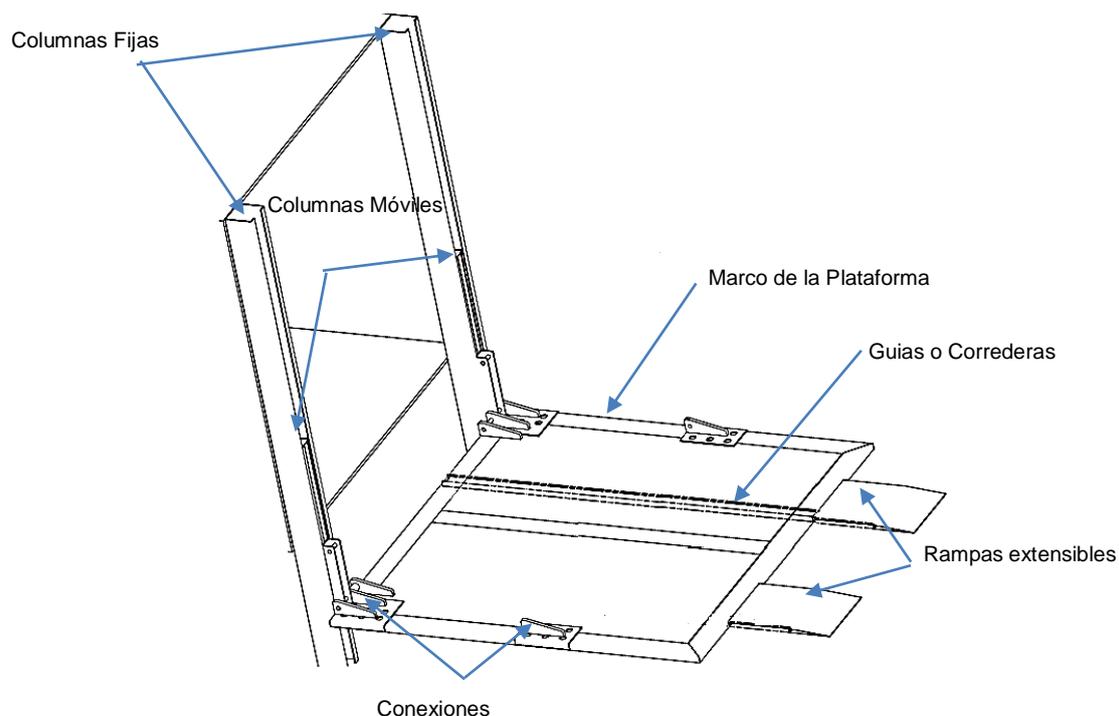


Figura 3.10 Esquema general del sistema estructural

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

3.4.1.1 Posición de elevación del vehículo

El vehículo a elevar tiene que ingresar a la plataforma tal como se muestra en la Figura 3.11 debido a que la mayor cantidad de carga producida por las ruedas posteriores se va a situar en la plataforma, más no en las rampas extensibles.

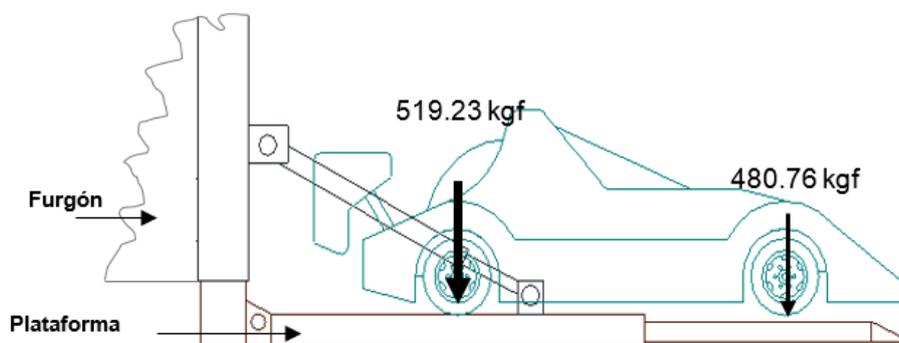


Figura 3.11 Posición de trabajo para el diseño

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.4.1.2 Factor de seguridad

El factor de seguridad para plataformas, según la norma ASME A18, no debe ser menos de 5. Sin embargo este factor vuelve al sistema estructural muy robusto y pesado, perjudicando al diseño ligero que se necesita para que no afecte a la parte posterior del camión sobre el que va montado, por lo cual se toma un factor de seguridad de 2.5 que se recomienda utilizar cuando los elementos están sometidos a flexión.

3.4.2 DISPOSICIÓN DE CARGAS

Para empezar con el diseño de los elementos de la plataforma se debe tener en cuenta, tanto la magnitud como los puntos de acción de las diferentes cargas que actúan en la plataforma.

En la Figura 3.12 se tiene una viga A1BC1, que se encuentra sustentada por tres apoyos lo que la convierte en una estructura indeterminada o hiperestática, donde se deben diferenciar los apoyos internos y externos. A este tipo de viga

se la conoce como viga continua, donde los apoyos internos son apoyos simples y generan momentos.²⁵

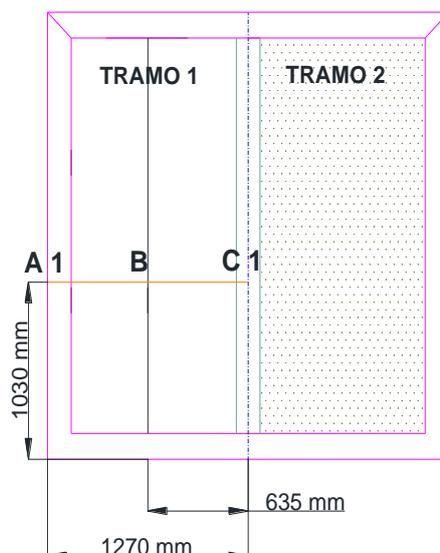


Figura 3.12 Esquema de la disposición de cargas sobre la plataforma

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Dado que la carga puntual P_B (EC. 3.7), producida por la rueda posterior, que se distribuye sobre toda la plancha antideslizante y por ende en la viga A1BC1.

$$q = \frac{P_B}{l} = 0.2 \text{ kg/mm} \quad \text{EC. 3.9}$$

Donde,

$q =$ Carga distribuida

$l =$ Longitud de la viga continua

Para efectos de diseño se analiza únicamente el TRAMO I de la Figura 3.12 debido a que el TRAMO II es simétrico a este, por lo que se tiene el esquema que se muestra en la Figura 3.13

²⁵ Baldeón Carlos. (2012). Ecuación para una viga continua [Apuntes]. *Mecánica de Materiales II*. Docente de la F.I.M. de la E.P.N.

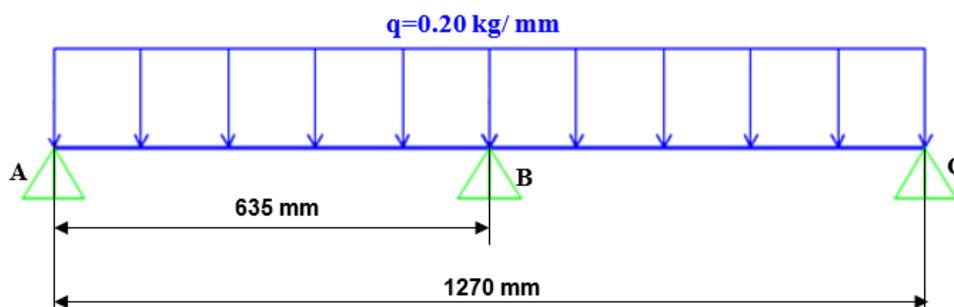


Figura 3.13 Esquema de la viga continua – tramo I

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Para calcular este tipo de viga continuas se utiliza el método de CLAPEYRON o TEOREMA DE LOS TRES MOMENTOS escrito en la EC. 3.10 a partir de Figura 3.14

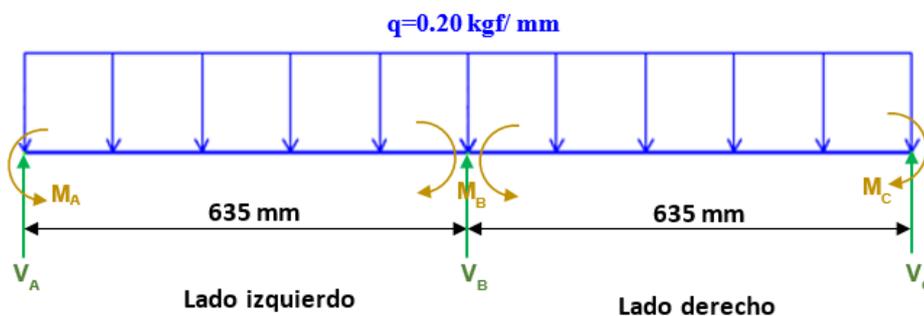


Figura 3.14 Diagrama de cuerpo libre de la viga continua

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$L_i M_{A1} + 2(L_i + L_d) M_B + L_d M_{C1} = -6EI(\alpha_{oi} + \alpha_{od}) \quad \text{EC. 3.10}$$

Donde:

L_i = Longitud del tramo izquierdo

L_d = Longitud del tramo derecho

M_{A1} = Momento del lado izquierdo

M_{B1} = Momento punto medio

M_{C1} = Momento del lado derecho

α_{oi} = Giro real izquierdo

α_{od} = Giro real derecho

E = Módulo de elasticidad

I = Inercia

Aplicando la EC. 3.10, y con la consideración de que los momentos en A y en C, son nulos se tiene la EC. 3.12:

$$L_i M_{A1}^0 + 2(L_i + L_d)M_B + L_d M_{C1}^0 = -6EI(\alpha_{oi} + \alpha_{od}) \quad \text{EC. 3.11}$$

$$2(635 + 635)M_B = -6EI(\alpha_{oi} + \alpha_{od})$$

$$M_B = -\frac{6EI}{2540}(\alpha_{oi} + \alpha_{od}) \quad \text{EC. 3.12}$$

La deflexión máxima para una viga simplemente apoyada con carga distribuida se obtiene a partir de la EC. 3.13 del Anexo D.

$$\alpha_{oi} = \alpha_{od} = \frac{qL^3}{24EI} \quad \text{EC. 3.13}$$

Reemplazando la EC. 3.13 en la EC. 3.12:

$$M_B = -\frac{6EI}{2540} \left(\frac{qL_i^3}{24EI} + \frac{qL_d^3}{24EI} \right)$$

$$M_B = -10080.63 \text{ kg} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.14}$$

3.4.2.1 Cálculo de reacciones

Para el cálculo de reacciones estas se presentan de dos tipos: hiperestáticas e isostáticas.

3.4.2.1.1 Reacciones hiperestáticas

TRAMO IZQUIERDO

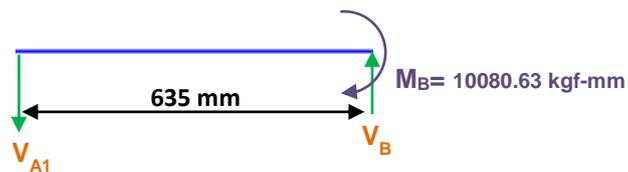


Figura 3.15 Diagrama de cuerpo libre - tramo izquierdo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$\uparrow + \sum F_Y: 0 \quad -V_{A1} + V_B = 0$$

$$V_{A1} = V_B \quad \text{EC. 3.15}$$

$$\curvearrow + \sum M_{A1}: 0 \quad M_B - (635 \times V_B) = 0$$

$$V_{A1} = V_B = 15.88 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.16}$$

TRAMO DERECHO

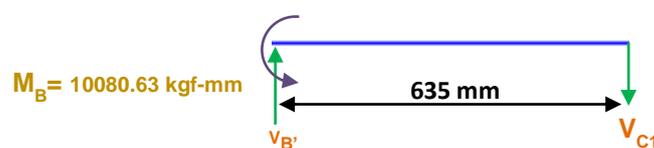


Figura 3.16 Diagrama de cuerpo libre - Tramo derecho

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{B'} = V_{C1} = \frac{M_B}{635} \quad \text{EC. 3.17}$$

$$V_{B'} = V_{C1} = 15.88 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.18}$$

3.4.2.1.2 Reacciones isostáticas

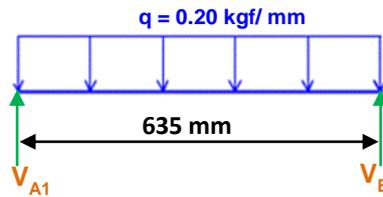
TRAMO IZQUIERDO

Figura 3.17 Diagrama de cuerpo libre - Tramo izquierdo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$\uparrow + \sum F_V: 0 - V_{A1} + V_B - (q * 635) = 0 \quad \text{EC. 3.19}$$

$$V_{A1} + V_B = 127 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.20}$$

$$\curvearrow + \sum M_{A1}: 0 - (635 \times V_B) - \frac{635}{2} (635 \times q) = 0 \quad \text{EC. 3.21}$$

$$V_B = 63.5 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.22}$$

$$V_{A1} = 63.5 \text{ kgf}$$

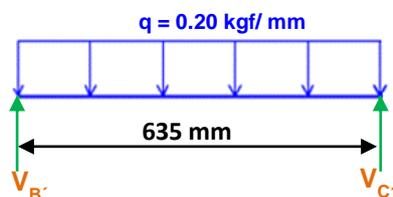
TRAMO DERECHO

Figura 3.18 Diagrama de cuerpo libre - Tramo derecho

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{B'} = V_{C1} = \frac{(q \times 635) / (635/2)}{635} \quad \text{EC. 3.23}$$

$$V_{B'} = V_{C1} = 63.5 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.24}$$

3.4.2.2 Cálculo de resultantes y diagramas

3.4.2.2.1 Resultantes

Para obtener las fuerzas resultantes, se realiza una Tabla 3.9 con la suma algebraica tanto de las reacciones isostáticas como de las hiperestáticas para los dos tramos.

Tabla 3.9 Resultantes totales de la viga continua

REACCIONES	TRAMO IZQUIERDO		TRAMO DERECHO	
	V_{A1}	V_B	$V_{B'}$	V_{C1}
Reacciones Hiperestáticas	-15.88 kgf	15.88 kgf	15.88 kgf	-15.88 kgf
Reacciones Isostáticas	63.5 kgf	63.5 kgf	63.5 kgf	63.5 kgf
Resultantes	47.62 kgf	79.38 kgf	79.38 kgf	47.62 kgf

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.4.2.2.2 Diagramas

Con los cálculos anteriormente realizados, se determina el diagrama de la fuerza cortante y del momento flector como se muestra en la Figura 3.19 y Figura 3.20 respectivamente:

Fuerza cortante

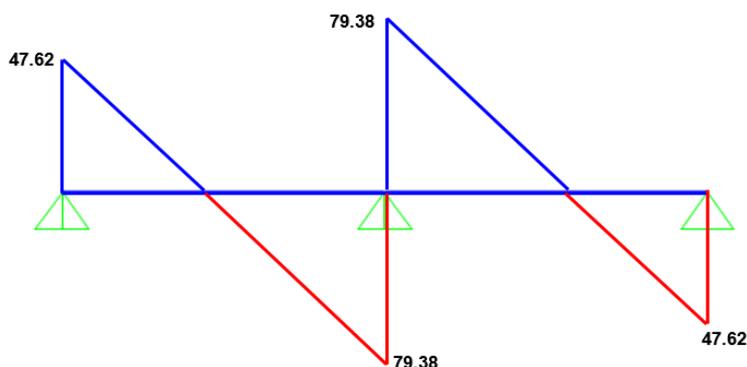


Figura 3.19 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{max} = 79.38 \text{ kgf a } 635 \text{ mm}$$

EC. 3.25

Momento flector

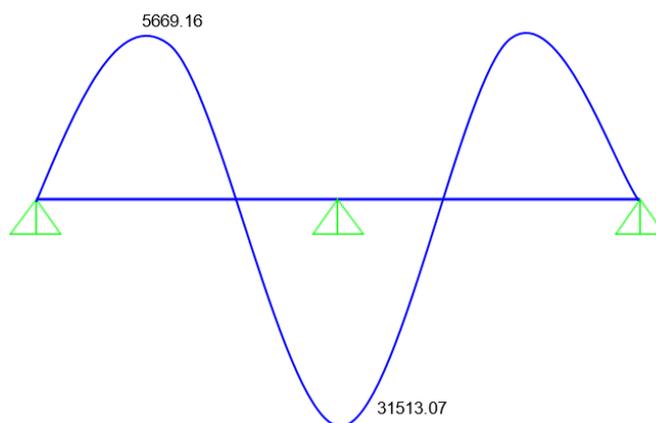


Figura 3.20 Diagrama del momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{max} = 31513.07 \text{ kgf} - \text{mm a } 635\text{mm}$$

EC. 3.26

3.4.2.3 Cargas totales en la plataforma

Después del análisis se obtiene las reacciones en cada apoyo de la plataforma y se ubican como se observa en la Figura 3.21

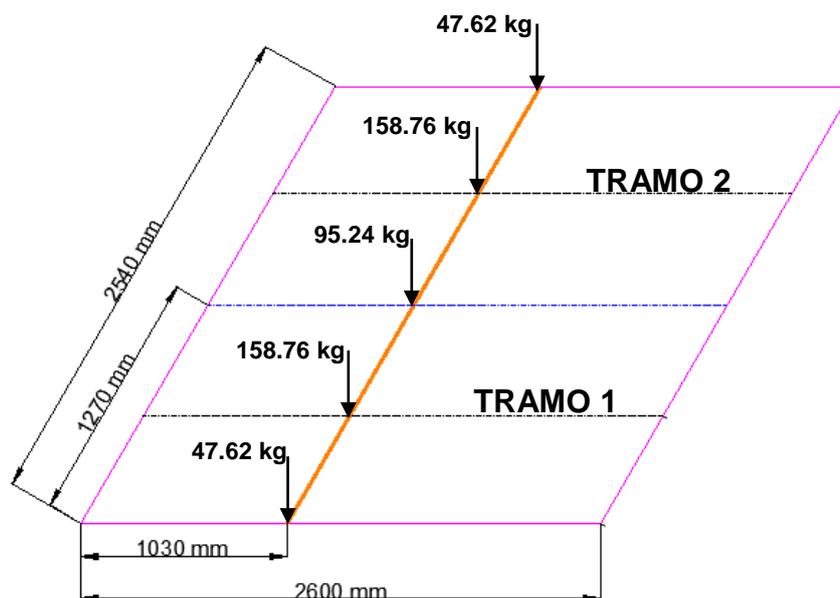


Figura 3.21 Disposición de cargas totales en la plataforma

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.5 DISEÑO DE LA RAMPA EXTENSIBLE

Se realiza el diseño de la rampa extensible, ya que, es el elemento más crítico debido a que es una extensión de plataforma para asentar las ruedas delanteras del vehículo con una carga puntual P_A (EC. 3.6). Entonces idealizando el análisis y para fines de cálculo se considera a la rampa extensible como una viga en voladizo con un empotramiento en el extremo inicial de esta. (Ver Figura 3.22)



Figura 3.22 Cargas en la rampa

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.5.1 DIMENSIONES DE LA RAMPA

3.5.1.1 Altura

En base a los datos conocidos se considera que la altura total de la plataforma al momento de encontrarse apoyada sobre el suelo esta no debe sobrepasar los 55 mm de altura, siendo así la altura de rampa debe ser menor a la de la plataforma ya que va estar dentro de esta como se indica en la EC. 3.27

$$h_{rampa\ ext} < h_{plataforma} \quad \text{EC. 3.27}$$

Donde:

$h = altura$

3.5.1.2 Longitud

Se determina la longitud de la rampa con las medidas del vehículo más los espacios que ocupa la carrocería como se observa en la Figura 3.23.

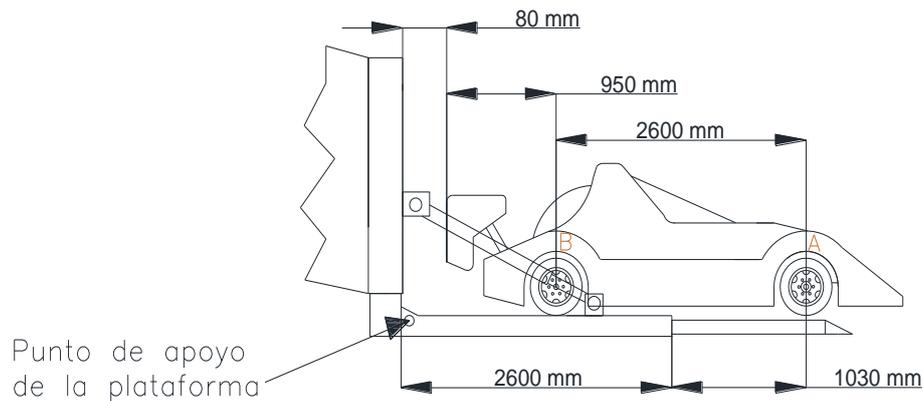


Figura 3.23 Medidas generales del vehículo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tomando en cuenta las dimensiones de la Figura 3.23, se tiene que las ruedas posteriores quedan a 1030 mm desde el punto de apoyo de la plataforma como se indica en la EC. 3.28

$$L_B = 80 + 950 = 1030 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.28}$$

A esta longitud se suma la distancia entre ejes del vehículo y se determina la posición del apoyo A.

$$L_A = 1030 + 2600 = 3630 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.29}$$

Debido a la longitud de la plataforma no satisface para el punto de apoyo A del vehículo, como se puede observar en la Figura 3.23, por lo tanto son necesarios 1030 mm adicionales para alcanzar el punto de apoyo de las ruedas delanteras y según las restricciones de longitudes se necesitan 650 mm libres que son de carrocería desde el punto de apoyo A. Una vez que la rampa extensible está en posición de trabajo esta debe quedar con un apoyo interno, para garantizar la seguridad de la rampa extensible se decide poner una longitud de 800 mm, por lo tanto:

$$L_{rampa} = 1030 + 650 + 800 = 2480 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.30}$$

3.5.1.3 Ancho de las rampas

Para determinar la ubicación de las rampas en la plataforma, se toma en cuenta la dimensión del espaciamiento transversal entre ruedas. (Ver Figura 3.24)

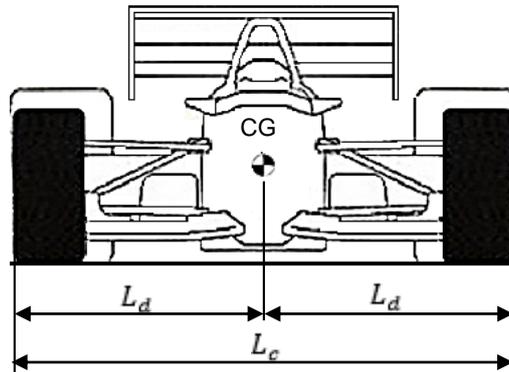


Figura 3.24 Sección transversal del vehículo

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Donde,

$$L_c = 1800 \text{ mm} = 2L_d \quad \text{EC. 3.31}$$

En la parte transversal de la plataforma tiene una longitud determinada de 2540 mm, que se divide para encontrar la mitad de la plataforma o línea de centros como indica la EC. 3.32, para tener una estabilidad del equipo esta línea debe coincidir con la línea de centros del vehículo.

$$\frac{L_{\text{trans-plataf}}}{2} = 1270 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.32}$$

A partir de línea de centros de la plataforma se suma la longitud L_d de tal forma que se obtiene la posición de las ruedas izquierdas del vehículo y de la misma manera se procede para las ruedas del lado derecho, siendo de 900mm respectivamente, trazados estos puntos se resta la medida del ancho de la rampa L_f (EC. 3.35).

$$L_f = \text{ancho de las ruedas} + 2(\text{espacio de seguridad}) \quad \text{EC. 3.33}$$

$$L_f = 345 \text{ mm} + 2(75\text{mm}) \quad \text{EC. 3.34}$$

$$L_f = 495 \text{ mm}$$

EC. 3.35

Después de analizar las características de la rampa se tiene la Figura 3.25

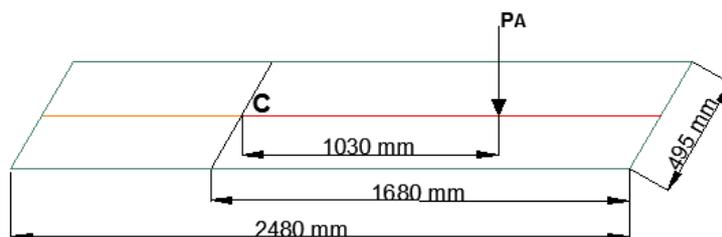


Figura 3.25 Medidas generales de la rampa

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.5.2 VIGA DE SECCIÓN COMPUESTA

Para efectos de diseño y después de varias iteraciones se asume una viga de sección compuesta como se muestra en la Figura 3.26.

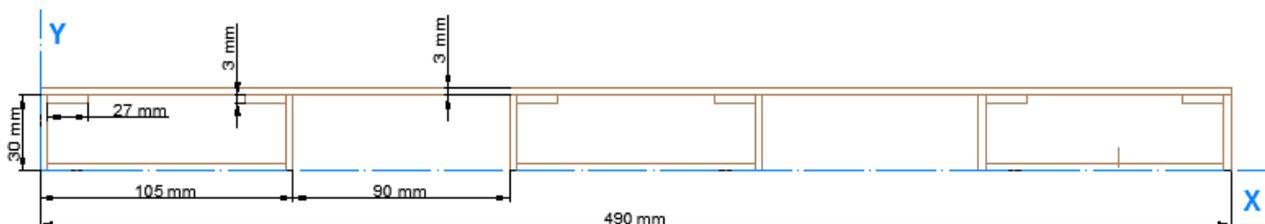


Figura 3.26 Dimensiones de la sección transversal de la viga

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Esta viga compuesta consta de cuatro componentes una plancha de recubrimiento y tres perfiles estructurales tipo correa.

3.5.2.1 Propiedades de la sección de la viga

3.5.2.1.1 Centro de gravedad

Se realiza el cálculo del centro de gravedad de la sección transversal del perfil compuesto con la ayuda de la EC. 3.36 y EC. 3.37.

$$X_G = \frac{\sum \bar{x}S}{\sum S} \quad \text{EC. 3.36}$$

$$Y_G = \frac{\sum \bar{y}S}{\sum S} \quad \text{EC. 3.37}$$

Donde:

X_G : Componente en el eje x del centro de gravedad

Y_G : Componente en el eje y del centro de gravedad

\bar{x} : Componente x del centroide

\bar{y} : Componente y del centroide

S : Área

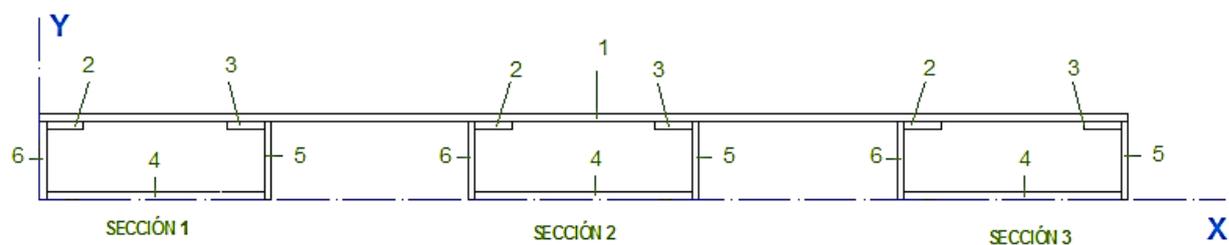


Figura 3.27 Forma idealizada de la sección transversal de la rampa

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

En base a la Figura 3.26 y Figura 3.27, se procede a calcular el centro de gravedad obteniendo en la Tabla 3.10:

Tabla 3.10 Resultados

Componente	A [mm ²]	x [mm]	y [mm]	xA [mm ³]	yA [mm ³]
1	1485	247,50	31,50	367537,50	46777,50
2.1	51	11,50	28,50	586,50	1453,50
3.1	51	93,50	28,50	4768,50	1453,50
4.1	297	52,50	1,50	15592,50	445,50
5.1	90	103,50	15	9315	1350

... Continua !!!

6.1	90	1,50	15	135	1350
2.2	51	206,50	28,50	10531,50	1453,50
3.2	51	288,50	28,50	14713,50	1453,50
4.2	297	247,50	1,50	73507,50	445,50
5.2	90	298,50	15	26865	1350
6.2	90	196,50	15	17685	1350
2.3	51	401,50	28,50	20476,50	1453,50
3.3	51	483,50	28,50	24658,50	1453,50
4.3	297	442,50	1,5	131422,50	445,50
5.3	90	493,50	15	44415	1350
6.3	90	391,50	15	35235	1350
Σ	3222	3960	297	797445	64935

Fuente: Propia**Elaboración:** Propia

De la Tabla 3.10 y reemplazando en las ecuaciones EC. 3.36 y EC. 3.37:

$$X_G = 247.50 \text{ mm}$$

$$Y_G = 20.85 \text{ mm}$$

3.5.2.2 Momento de inercia

El momento de inercia de una sección compuesta es la característica de resistencia, ya que, los grandes valores de inercia respecto a un eje significan que la viga tiene gran rigidez en la dirección perpendicular al eje que se aplica la carga. (Figura 3.28)

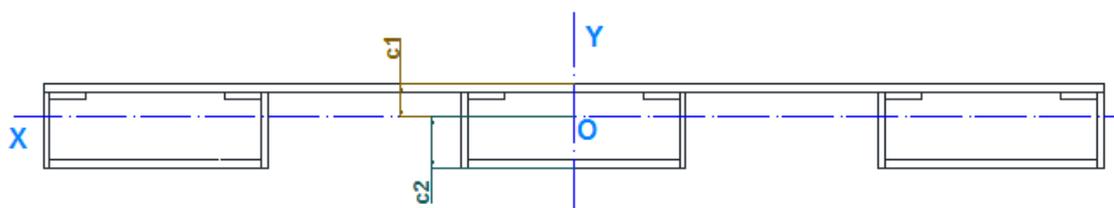


Figura 3.28 Ejes de sección transversal de la rampa

Fuente: Propia**Elaboración:** Propia

Con la ayuda del software SolidWorks 2014, se obtiene los siguientes momentos de inercia:

$$I_x = 579379.5 \text{ mm}^4 \quad \text{EC. 3.38}$$

$$I_y = 77009218.50 \text{ mm}^4 \quad \text{EC. 3.39}$$

Dado que la fuerza actúa sobre el eje y de la sección transversal se toma para fines de cálculo el momento de inercia para el eje x (EC. 3.38).

En la Tabla 3.11 se presenta un resumen de las propiedades de la sección transversal calculada.

Tabla 3.11 Resumen de las propiedades de la sección transversal rampa

Propiedades de la sección trasversal	
Momento de inercia	$I_x = 579379.5 \text{ mm}^4$
Distancia perpendicular desde el eje neutro	$c_1 = 20.85 \text{ mm}$
	$c_2 = 12.15 \text{ mm}$
Área de la sección	$A = 3222 \text{ mm}^2$

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.5.3 CARGAS DE DISEÑO

3.5.3.1 Carga muerta

Para estimar la carga muerta en la viga se considera una carga uniformemente distribuida resultante del propio peso de la viga. El material a utilizar es acero estructural A36, con una densidad de 7850 kg/m^3 .

Reemplazando la EC. 3.1:

$$d = \frac{M}{V} = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.003222 \text{ m}^2 \quad \text{EC. 3.40}$$

$$q_{\text{rampa}} = 25.30 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad \text{EC. 3.41}$$

Se obtiene una carga distribuida de 25.30 kg/m a lo largo de la viga como se muestra en la Figura 3.29:

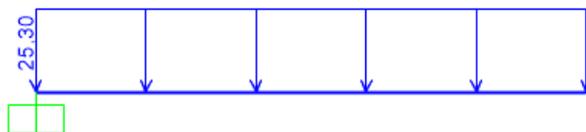


Figura 3.29 Carga muerta uniformemente distribuida sobre la rampa

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.5.3.2 Cálculo de reacciones y diagramas

Dado el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector. Figura 3.31 y Figura 3.32

REACCIONES Y MOMENTOS



Figura 3.30 Reacciones y momentos

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = 61.55 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.42}$$

$$M_1 = 35703.36 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.43}$$

DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE

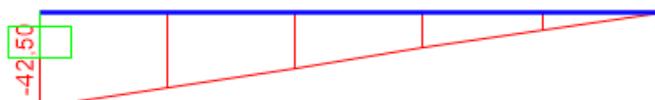


Figura 3.31 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 42.50 \text{ kgf a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.44

DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR

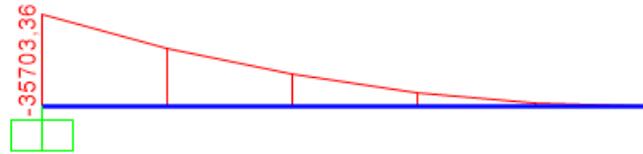


Figura 3.32 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 35703.36 \text{ kgf} - \text{mm a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.45

3.5.3.3 Carga viva

Para el análisis de la carga viva se tiene una reacción producida por las ruedas delanteras del vehículo (P_A) como se indica en la Figura 3.33.

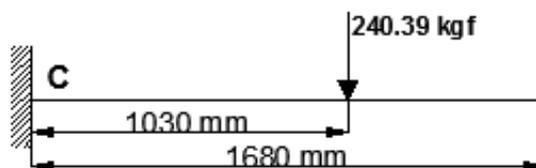


Figura 3.33 Cargas vivas en la rampa extensible

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.5.3.4 Cálculo de reacciones y diagramas

Una vez determinada las posiciones de carga y sus restricciones se obtiene las reacciones con las que se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector con ayuda de software SAP2000.

REACCIONES Y MOMENTOS



Figura 3.34 Reacciones y momentos

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_c = 240,39 \text{ kgf}$$

EC. 3.46

$$M_c = 247601.70 \text{ kgf} - \text{mm}$$

DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE



Figura 3.35 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{m}\acute{\text{a}}x} = 240,39 \text{ kgf a } 1030 \text{ mm}$$

EC. 3.47

DIAGRAMA DEL MOMENTO FLECTOR

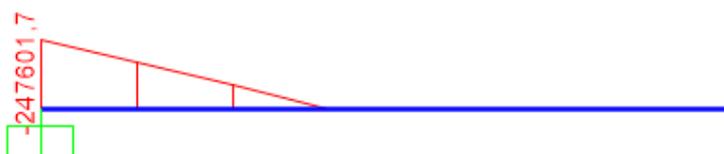


Figura 3.36 Diagrama del momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{m}\acute{\text{a}}x} = 247601.70 \text{ kgf} - \text{mm a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.48

3.5.3.5 Combinaciones de carga

Tabla 3.12 Combinaciones de carga de la rampa extensible

Grupo	Combinación	Cortante Máximo	Momento máximo
		kgf	kgf-mm
1	D	42,50	35703,36
Total		42,50	35703,36
2	D	42,50	35703,36
	L	240,39	247601,70
Total		282,89	283305,06

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Según la Tabla 3.12 se puede observar que los valores del cortante máximo y el momento máximo del Grupo 2 son mayores:

$$V_{m\acute{a}x} = 282.89 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.49}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 283305.06 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.50}$$

3.5.4 ANÁLISIS DE LOS ESFUERZOS A FLEXIÓN

Para diseñar una viga con una sección transversal conocida, se requiere que el esfuerzo real de flexión en la viga sea menor al esfuerzo permisible de flexión como se indica en la EC. 3.51

$$f_b \leq F_b^{26} \quad \text{EC. 3.51}$$

3.5.4.1 Esfuerzo permisible de flexión

Se determina el esfuerzo de flexión permisible con la EC. 3.52, para el material ASTM A36, con un esfuerzo de fluencia de $25.37 \text{ kgf}/\text{mm}^2$.

$$F_b = \frac{F_{y\text{material}}}{FS} \quad \text{EC. 3.52}$$

Donde:

$F_b =$ Esfuerzo permisible por flexión

²⁶ Hibbeler, R. (2006). Mecánica de materiales (6 ta. Ed.). México. Pearson Editorial. Pp. 599 - 562

$F_y =$ Esfuerzo de fluencia del material

$FS =$ Factor de seguridad 2.5

Por lo tanto el esfuerzo permisible a flexión según la EC. 3.52 es de:

$$F_b = 10.14 \text{ kg/mm}^2$$

3.5.4.2 Esfuerzo real de flexión

Para calcular el esfuerzo real a flexión EC. 3.53 se requiere encontrar el módulo de sección de la viga compuesta, el mismo que se determina con las propiedades de sección de la Tabla 3.11.

$$f_b = \frac{M_{max}}{S} \quad \text{EC. 3.53}$$

El módulo de sección ²⁷es:

$$S = \frac{I}{c} \quad \text{EC. 3.54}$$

Donde:

$f_b =$ Esfuerzo real de flexión

$M_{m\acute{a}x} =$ Momento máximo de las cargas supuestas

$S =$ Módulo de sección

$I =$ Inercia de la sección transversal respecto al eje neutro y sobre el que actúa el esfuerzo máximo

$c =$ Distancia perpendicular del eje neutro al punto mas alejado de este eje

De la EC. 3.54 se tiene:

$$S = \frac{579379.95}{20.15} = 28753.35 \text{ mm}^3$$

²⁷ McCorman, C. Jack, (2002). Diseño de Estructuras de Acero (2do Ed.). México: Alfaomega Ediciones. Pp. 660

Reemplazando el módulo de sección y la EC. 3.50 en la EC. 3.53:

$$f_b = \frac{283305.06 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{28753.35 \text{ mm}^3}$$

De la EC. 3.51,

$$9.86 \text{ kg/mm}^2 \leq 10.14 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \quad \text{Cumple}$$

Como se observa el esfuerzo real de flexión de la viga compuesta es igual a 9.86 kg/mm^2 , que es menor al esfuerzo permisible de flexión de 10.14 kg/mm^2 , por lo que se concluye que el diseño es satisfactorio.

3.6 DISEÑO DE LAS CORREDERAS

Las correderas son elementos estructurales unidos a la plataforma, que permiten el deslizamiento de la rampa extensible; además absorben las cargas y esfuerzos generados por la interacción con la misma. Así como también actúa como soporte de apoyo para cierto porcentaje de carga producido por las ruedas del eje posterior del vehículo, como se muestra en la Tabla 3.9.

Estas correderas se comportan como una viga con doble empotramiento (soldada en sus extremos), por lo que, para realizar el análisis y diseño estructural se idealiza como si las mismas se comportan como una viga simplemente apoyada, generando así un momento remanente el cual ayuda al incremento de la seguridad de los elementos estructurales. (Ver Figura 3.37)

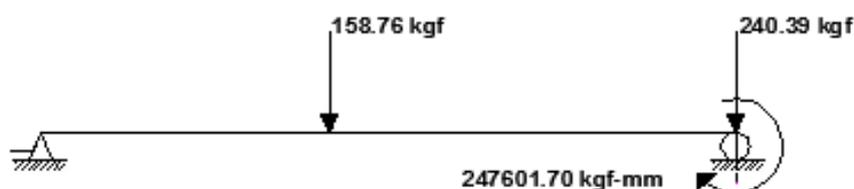


Figura 3.37 Cargas en la corredera

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.6.1 DIMENSIONES DE LA CORREDERA

3.6.1.1 Longitud

La longitud de las correderas, están determinadas por la longitud de rampa extensible EC. 3.30, ya que, al momento de utilizarse esta desliza sobre las correderas y se guarda en su totalidad.

$$L_{\text{correderas}} = L_{\text{rampa}} = 2480 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.55}$$

3.6.1.2 Ancho

Para la distancia que separa a las dos correderas se toma en cuenta el ancho de la rampa extensible con un valor de 495 mm, a más de esto se asume holgura para que se pueda manipular con facilidad, EC. 3.56.

$$\text{Ancho de las correderas} = \text{ancho de rampa} + 5 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.56}$$

$$\text{Ancho de las correderas} = 495 \text{ mm} + 5 = 500 \text{ mm}$$

3.6.2 VIGA DE SECCIÓN COMPUESTA

Para efectos de diseño y después de varias iteraciones se asume una viga de sección compuesta con tres elementos que conforman la corredera. Ver Figura 3.38

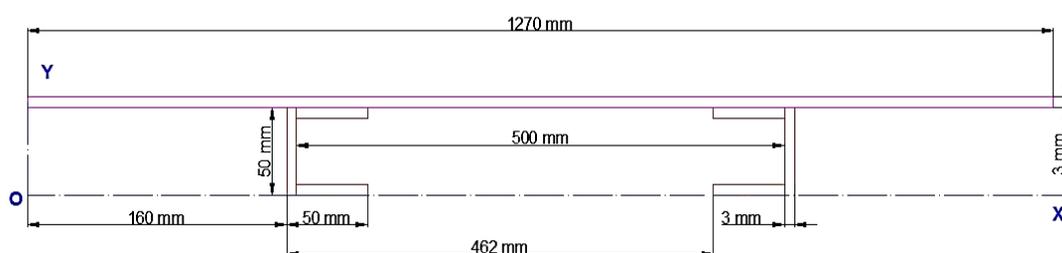


Figura 3.38 Dimensiones para sección compuesta de la corredera

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.6.2.1 Propiedades de la sección

3.6.2.1.1 Determinación del centro de gravedad

Se calcula el centro de gravedad de la sección transversal de la Figura 3.39, con la EC. 3.36 y EC. 3.37

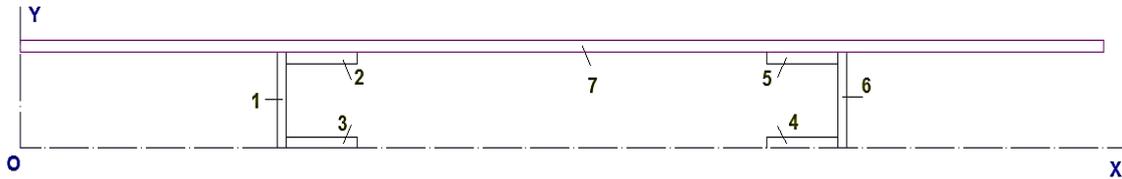


Figura 3.39 Forma idealizada de la sección

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

En donde:

$$X_G = 635mm \quad , \quad Y_G = 46.60 mm$$

3.6.2.2 Momento de inercia

Se determinar el momento de inercia del área transversal con respecto al eje neutro. (Ver Figura 3.40)

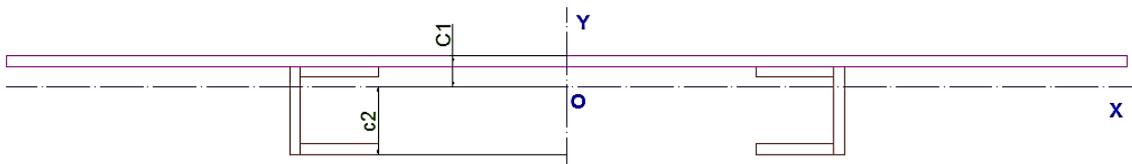


Figura 3.40 Distancias perpendiculares al eje neutro y

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Por lo que obtiene los momentos principales de inercia:

$$I_x = 1452731.05 mm^4$$

$$I_y = 605568422.00 mm^4$$

Dado que la fuerza actúa sobre el eje y de la sección transversal se toma para fines de cálculo el momento de inercia para el eje x. Ver Tabla 3.13.

Tabla 3.13 Resumen de las propiedades de la sección transversal corredera

Propiedades de la sección transversal	
Momento de inercia	$I_x = 1452731.05 \text{ mm}^4$
Distancia perpendicular desde el eje neutro	$c_1 = 9.53 \text{ mm}$
	$c_2 = 43.47 \text{ mm}$
Área de la sección	$A = 5466.00 \text{ mm}^2$

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.6.3 CARGAS DE DISEÑO

3.6.3.1 Carga muerta

Las cargas muertas que actúan en la viga corredera son: el propio peso de las correderas y el peso que transmite la rampa extensible así:

- Rampa extensible: $25,30 \text{ kg/m}$
- Para el peso propio de la viga compuesta, se considera el material acero estructural ASTM A36, siendo así se aplica la EC. 3.1:

$$q_{\text{corredera}} = 36.69 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad \text{EC. 3.57}$$

Se calcula el peso total de la carga muerta, sumando la peso de la rampa y el peso de la viga compuesta (EC. 3.57) :

$$q_{\text{viga}} = 36.69 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 25.30 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{viga}} = 62 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad \text{EC. 3.58}$$

De donde se tiene una carga uniformemente distribuida de 62 kg/m como se representa en la Figura 3.41:

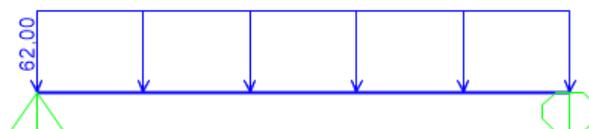


Figura 3.41 Carga muerta uniformemente distribuida sobre las correderas

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.6.3.2 Cálculo de reacciones y diagramas

A partir de la cargas mencionadas se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones



Figura 3.42 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 76.88 \text{ kgf}$$

EC. 3.59

Diagramas de fuerza cortante

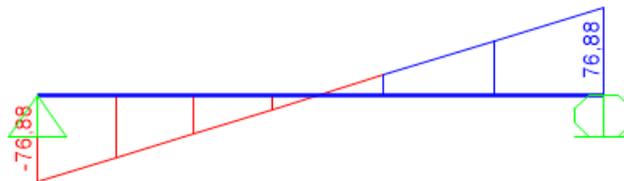


Figura 3.43 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = 76.88 \text{ kgf a } 2480.00 \text{ mm}$$

EC. 3.60

Diagrama de momento flector

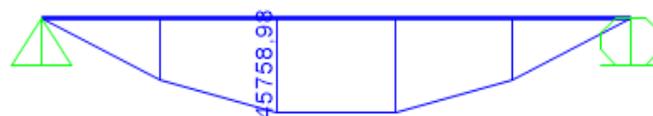


Figura 3.44 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{máx}} = 45758.98 \text{ kgf} - \text{mm a } 1488.00 \text{ mm}$$

EC. 3.61

3.6.3.3 Carga viva

Para el análisis de la carga en la viga corredera se tiene las siguientes cargas: (ver Figura 3.45):

- Carga viva por acción de las ruedas posteriores del vehículo de la Tabla 3.9.
- Carga viva que transmite la rampa extensible por las ruedas delanteras EC. 3.46 .

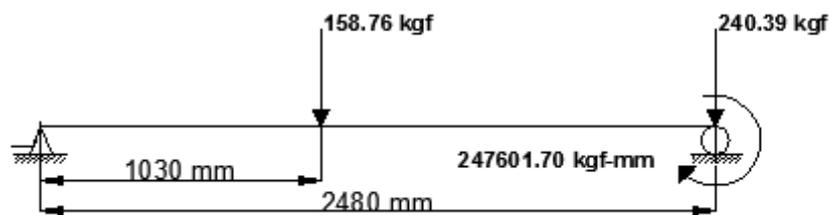


Figura 3.45 Cargas vivas en la corredera

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.6.3.4 Cálculo de reacciones y diagramas

Para el respectivo cálculo se realiza un diagrama de cuerpo libre de todas las cargas actuantes (Figura 3.46), para determinar las reacciones y los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

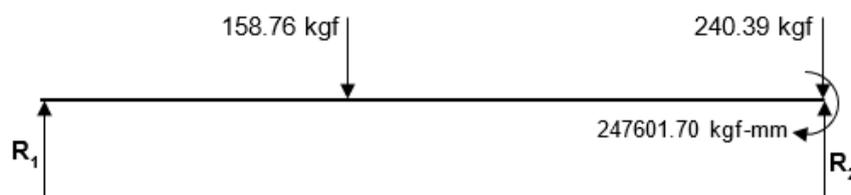


Figura 3.46 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

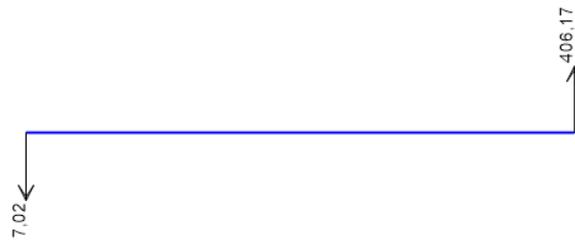
REACCIONES

Figura 3.47 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = -7.02 \text{ kgf}$$

EC. 3.62

$$R_2 = 406.17 \text{ kgf}$$

EC. 3.63

DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE

Figura 3.48 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = 165.78 \text{ kgf a } 2480.00 \text{ mm}$$

EC. 3.64

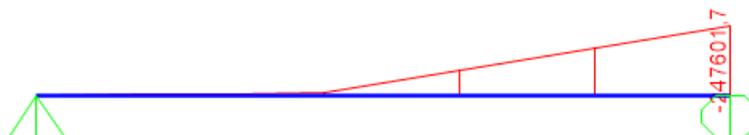
DIAGRAMA DEL MOMENTO FLECTOR

Figura 3.49 Diagrama del momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = 247601.70 \text{ kgf} - \text{mm a } 2480 \text{ mm}$$

EC. 3.65

3.6.3.5 Combinaciones de carga

Tabla 3.14 Combinaciones de carga de la corredera

Grupo	Combinación	Cortante Máximo	Momento Máximo
		kgf	kgf-mm
1	D	76,88	45758,98
Total		76,88	45758,98
2	D	76,88	45758,98
	L	165,78	247601,70
Total		242,66	293360,68

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 3.14 se obtiene:

$$V_{m\acute{a}x} = 242.66 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.66}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 293360.68 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.67}$$

3.6.4 ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE FLEXIÓN

3.6.4.1 Esfuerzo permisible de flexión

Se determina el esfuerzo de flexión permisible para el material ASTM A36, con un esfuerzo de fluencia de $25.37 \text{ kgf}/\text{mm}^2$. Con la ayuda de la EC. 3.52

Por lo tanto el esfuerzo permisible a flexión es:

$$F_b = 10.14 \text{ kg}/\text{mm}^2$$

3.6.4.2 Esfuerzo real de flexión

De la Tabla 3.13, se reemplaza EC. 3.54 y se encuentra el módulo de sección:

$$S = 33419.16 \text{ mm}^3$$

Reemplazando el módulo de sección en la EC. 3.53 se tiene el esfuerzo real de flexión:

$$f_b = \frac{293360.68 \text{ kgf} - \text{mm}}{33419.16 \text{ mm}^3}$$

Con la EC. 3.51, se tiene

$$8.78 \frac{kg}{mm^2} \leq 10.14 \frac{kg}{mm^2} \quad \text{Cumple}$$

Como se observa el esfuerzo real de flexión de la viga compuesta es igual a 8.78 kg/mm^2 , que es menor al esfuerzo permisible de flexión de 10.14 kg/mm^2 , siendo así el diseño es satisfactorio.

3.7 DISEÑO DE LA PLATAFORMA

Para determinar el diseño de todos los perfiles que componen el marco de la plataforma se considera el análisis realizado en la Figura 3.21 y la transmisión de cargas del elemento corredera, dado esto se ubican todas reacciones en la Figura 3.50

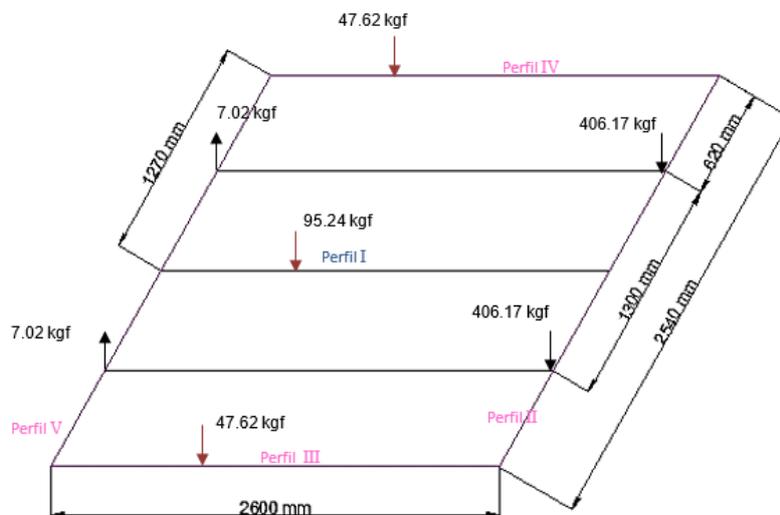


Figura 3.50 Disposición de las cargas sobre el marco de la plataforma

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.7.1 DISEÑO DEL PERFIL I

Se inicia con el análisis de la plataforma por el perfil I o central, debido a que este va a ayudar a que exista una transmisión de cargas, hacia el resto de perfiles que conforman el marco de la plataforma. (Ver Figura 3.51)

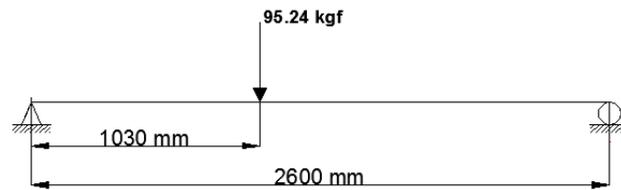


Figura 3.51 Perfil central de la plataforma

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.7.1.1 Cargas de diseño

3.7.1.1.1 Carga muerta

Para calcular la carga muerta se asume el peso de un perfil rectangular de catálogo lpac, en la Figura 3.52 se representa la carga uniformemente distribuida (EC. 3.68).

$$q_{\text{perfil}} = 8.59 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad \text{EC. 3.68}$$

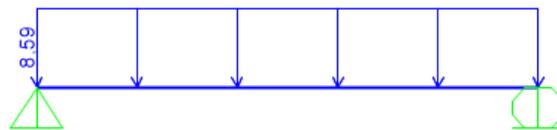


Figura 3.52 Carga muerta uniformemente distribuida en el perfil I

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones



Figura 3.53 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 11,17 \text{ kgf}$$

EC. 3.69

Diagramas de fuerza cortante

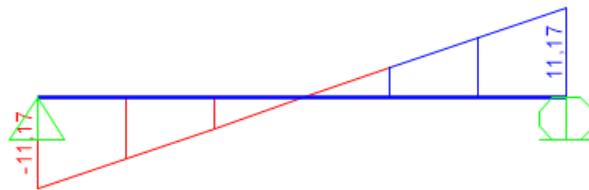


Figura 3.54 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 11,17 \text{ kgf a } 2600,00 \text{ mm}$$

EC. 3.70

Diagrama de momento flector



Figura 3.55 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 7258,55 \text{ kgf} - \text{mm a } 1300,00 \text{ mm}$$

EC. 3.71

3.7.1.1.2 Carga viva

Para el análisis de la carga viva del perfil central de la plataforma se tiene la carga producida por la ruedas posteriores del vehículo según la Tabla 3.9.

Siendo así se realiza el respectivo diagrama de cuerpo libre (Ver Figura 3.56.)

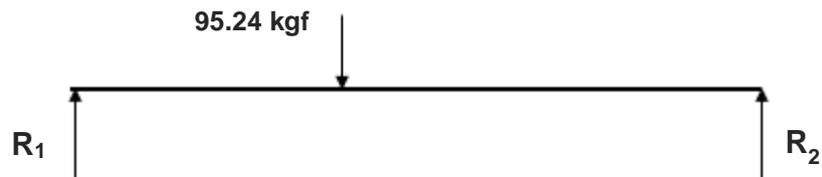


Figura 3.56 Diagrama de cuerpo libre del perfil central

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Una vez determinada las posiciones de carga y sus restricciones se obtiene las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones



Figura 3.57 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = 57.51 \text{ kgf}$$

EC. 3.72

$$R_2 = 37.73 \text{ kgf}$$

EC. 3.73

Diagrama de fuerza cortante



Figura 3.58 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 57.51 \text{ kgf a } 1300\text{mm}$$

EC. 3.74

Diagrama del momento flector

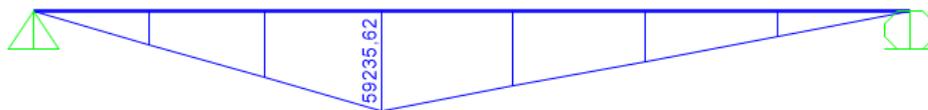


Figura 3.59 Diagrama del momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 59235.62 \text{ kgf} - \text{mm a } 1030.00\text{mm}$$

Ec. 3.75

3.7.1.2 Combinaciones de carga

Tabla 3.15 Combinación del perfil I

Grupo	Combinación	Cortante Máximo	Momento Máximo
		kgf	kgf-mm
1	D	11,17	7258,55
Total		11,17	7258,55
2	D	11,17	7258,55
	L	57,51	59235,62
Total		68,68	66494,17

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Como se puede observar en la Tabla 3.15, el grupo 2 se utiliza para fines de cálculo:

$$V_{m\acute{a}x} = 68.68 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.76}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 66494.17 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.77}$$

3.7.1.3 Selección del perfil estructural I

Debido a que la viga va ser diseñada bajo un momento flexionante y para cierto esfuerzo permisible, el módulo de sección requerido para proporcionar una viga de suficiente resistencia a la flexión se obtiene con la EC. 3.78 .²⁸

²⁸ McCorman, C. Jack, (2002). Diseño de Estructuras de Acero (2do Ed.). México: Alfaomega Ediciones. Pp. 660

$$\frac{M_{m\acute{a}x}}{F_b} = \frac{I}{c} = S_{req} \quad \text{EC. 3.78}$$

Donde:

F_b = Esfuerzo permisible del material

M_{max} = Momento máximo de las cargas aplicadas

S_{req} = Módulo de sección requerido

El material a utilizar es acero A-500, con un esfuerzo de fluencia F_y de 23.25 kg/mm^2 . Utilizando la EC. 3.52

$$F_b = 9.3 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{EC. 3.79}$$

De la EC. 3.78, se obtiene el módulo de sección requerido de:

$$S_{req} = 7149.91 \text{ mm}^3 = 7.15 \text{ cm}^3$$

Según el ANEXO D, se selecciona el perfil rectangular que tenga un módulo de sección mayor que 7.15 cm^3 de altura 50 mm, po lo tanto el perfil seleccionado es de $50 \times 100 \times 2 \text{ mm}$.

3.7.2 DISEÑO DEL PERFIL II

Para determinar el diseño del perfil estructural II que se encuentra sometido a las cargas producidas por las vigas correderas y el perfil I. (Ver Figura 3.60)

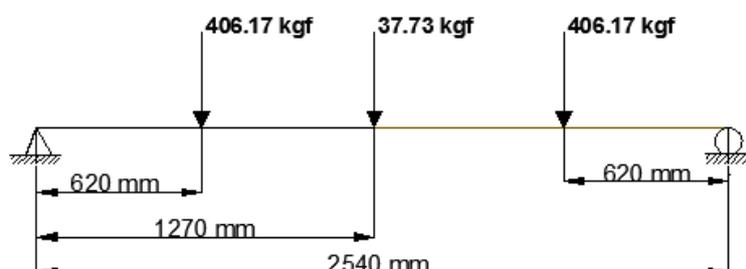


Figura 3.60 Cargas en el perfil II

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.7.2.1 Cargas de diseño

3.7.2.1.1 Carga muerta

Para el cálculo de carga muerta se determina por el propio peso de la viga. Del catálogo de dipac se asume un perfil con un peso de:

$$q_{\text{perfil}} = 8.59 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Donde:

$q_{\text{perfil}} = \text{Carga distribuida}$

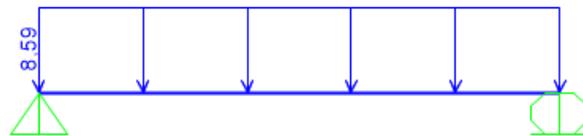


Figura 3.61 Carga muerta uniformemente distribuida en el perfil II

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones



Figura 3.62 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 10.91 \text{ kgf}$$

EC. 3.80

Diagramas de fuerza cortante

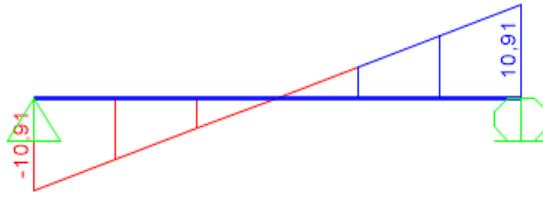


Figura 3.63 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 10.91 \text{ kgf a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.81

Diagrama de momento flector



Figura 3.64 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 6927.41 \text{ kgf} - \text{mm a } 1270.00 \text{ mm}$$

EC. 3.82

3.7.2.1.2 Carga viva

Para el análisis del perfil II (Figura 3.65), se utiliza las siguientes cargas:

- Carga viva transmitida por las ruedas posteriores en las correderas EC. 3.63
- Carga viva transmitida por el perfil central de 37.73 kg.

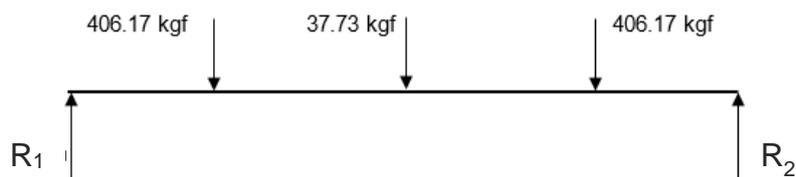


Figura 3.65 Diagrama de Cuerpo libre del perfil II

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector con ayuda del software SAP2000.

Reacciones



Figura 3.66 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 425.04 \text{ kgf}$$

EC. 3.83

Diagramas de fuerza cortante

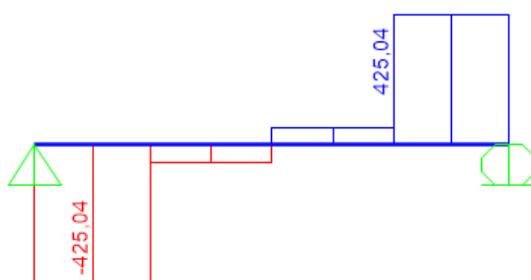


Figura 3.67 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 425.04 \text{ kgf a } 620 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.84}$$

Diagrama de momento flector



Figura 3.68 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 275783.95 \text{ kgf} - \text{mm a } 1270.00 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.85}$$

3.7.2.2 Combinación de carga

Tabla 3.16 Combinación del perfil II

Grupo	Combinación	Cortante Máximo	Momento Máximo
		kgf	kgf-mm
1	D	10,91	6927,41
	Total	10,91	6927,41
2	D	10,91	6927,41
	L	425,00	275783,95
	Total	435,91	282711,36

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 3.16 se utiliza los cortantes y momentos del Grupo 2:

$$V_{m\acute{a}x} = 435.91 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.86}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 282711.36 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.87}$$

3.7.2.3 Selección del perfil estructural II

El material a utilizar es acero A-500, con un esfuerzo de fluencia F_y de 23.25 kg/mm^2 . Utilizando la EC. 3.52

$$F_b = 9.3 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{EC. 3.88}$$

De la EC. 3.78, se tiene el módulo de sección requerido:

$$S_{req} = 30399.07 \text{ mm}^3 = 30.39 \text{ cm}^3 \quad \text{EC. 3.89}$$

Según Anexo E, se selecciona el perfil rectangular que tenga un módulo de sección mayor que 30.39 cm^3 de altura 50 mm. El perfil que más cerca se encuentra a la condición y al módulo es de $50 \times 150 \times 3 \text{ mm}$.

3.7.3 DISEÑO DE LOS PERFILES III Y IV

Para el diseño de los perfiles III y IV, debido a que son simétricos se analiza únicamente uno de estos; se debe tener en cuenta la transmisión de cargas que se genera por contacto del perfil II, así como también la el porcentaje de carga que le corresponde según la Tabla 3.9, se considera la longitud calculada para los respectivos anclajes del cilindro ya que este ejerce esfuerzos sobre el perfil como se observa en la Figura 3.69 .

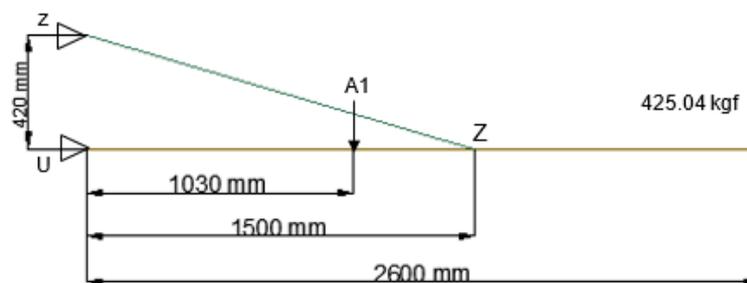


Figura 3.69 Cargas en el perfil III y IV

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.7.3.1 Cargas de diseño

3.7.3.1.1 Carga muerta

Para el análisis del diseño por carga muerta se asume un peso de catálogo de lpac (Anexo E).

$$q_{perfil} = 8.59 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

De donde se tiene una carga uniformemente distribuida de 8.59 kg/m. (Ver Figura 3.70)

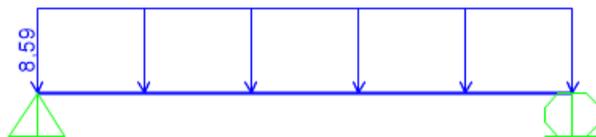


Figura 3.70 Carga muerta uniformemente distribuida en los perfiles III y IV

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones



Figura 3.71 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 11.17 \text{ kgf}$$

EC. 3.90

Diagramas de fuerza cortante

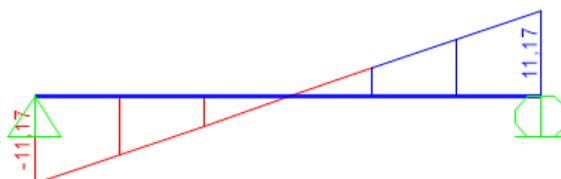


Figura 3.72 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = 11.17 \text{ kgf a } 2600.00 \text{ mm}$$

EC. 3.91

Diagrama de momento flector



Figura 3.73 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 7258.55 \text{ kgf} - \text{mm a } 1300.00 \text{ mm}$$

EC. 3.92

3.7.3.1.2 Carga viva

Para el análisis de los perfiles III y IV, se tiene las siguientes cargas. Ver Figura 3.74

- Carga viva, transmitida por la rección del perfil II.
- Carga viva, transmitida A1 de la Tabla 3.9
- Carga a tensión, debido al mecanismo del cilindro hidráulico inclinado.

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Reacciones

Con los valores de carga según la Figura 3.74 se realiza un diagrama de cuerpo libre para determinar las reacciones del perfil y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

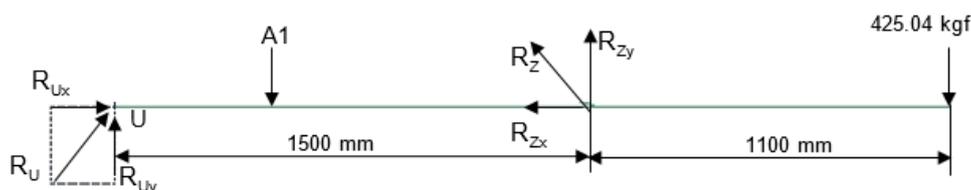


Figura 3.74 Diagrama de cuerpo libre del perfil III y IV

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Donde:

$$\sum Fx: 0 \quad R_{Ux} = R_{Zx}$$

$$\sum Fy: 0 \quad R_{Uy} + R_{Zy} - 425.04 - 47.62 = 0$$

$$\sum M_U: (1030 \times 47.62) - (1100 \times R_{Zy}) + (2600 \times 425.04) = 0$$

$$R_{Uy} = -296.78 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.93}$$

$$R_{Zy} = 769.44 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.94}$$

$$\tan \alpha = \frac{420}{1500}$$

$$\alpha = 15.64 \approx 16 \quad \text{EC. 3.95}$$

$$\bar{Z} = 1557.70 \text{ mm}$$

$$\text{sen}16 = \frac{R_{Zy}}{R_Z}$$

$$R_Z = 2791.50 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.96}$$

$$\text{cos} \alpha = \frac{R_{Zx}}{R_Z}$$

$$R_{Zx} = 2683.36 \text{ kgf} = R_{Ux} \quad \text{EC. 3.97}$$

Fuerza Resultante

$$R_U = \sqrt{R_{Uy}^2 + R_{Ux}^2}$$

$$R_U = 2699.72 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.98}$$

Diagrama de fuerza cortante

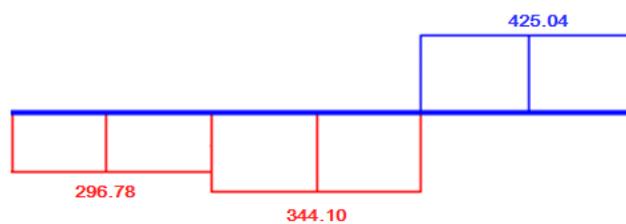


Figura 3.75 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 425,04 \text{ kgf a } 1500 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.99}$$

Diagrama de momento flector

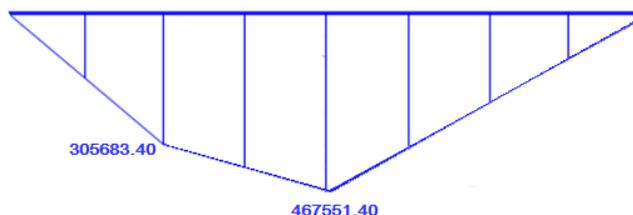


Figura 3.76 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 467551.40 \text{ kgf} * \text{mm a } 1500 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.100}$$

3.7.3.2 Combinación de carga

Tabla 3.17 Combinación de los perfiles III y IV

Grupo	Combinación	Cortante máximo [kgf]	Momento máximo [kgf-mm]
1	D	11,17	7258,55
Total		11,17	7258,55
2	D	11,17	7258,55
	L	425,04	467551,40
Total		436,21	474809,95

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 3.17 se:

$$V_{m\acute{a}x} = 436,21 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.101}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 474809,95 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.102}$$

3.7.3.3 Selección del perfil estructural III y IV

El material a utilizar es acero ASTM A-500, con un esfuerzo de fluencia F_y de 23.25 kg/mm^2 . De la EC. 3.52.

$$F_b = 9.3 \text{ kg/mm}^2$$

Reemplazando en la EC. 3.78:

$$S_{req.} = 51054,83 \text{ mm}^3 = 51,05 \text{ cm}^3$$

Según Anexo E, se selecciona el perfil rectangular que tenga un módulo de sección mayor que $51,05 \text{ cm}^3$ de altura 50 mm . El perfil que más cerca se encuentra a la condición y al módulo es de $50 \times 150 \times 4 \text{ mm}$.

3.7.4 DISEÑO DEL PERFIL V

Para determinar el último perfil estructural V, se observa en la Figura 3.77 todas cargas que se transmiten de los perfiles anteriores.

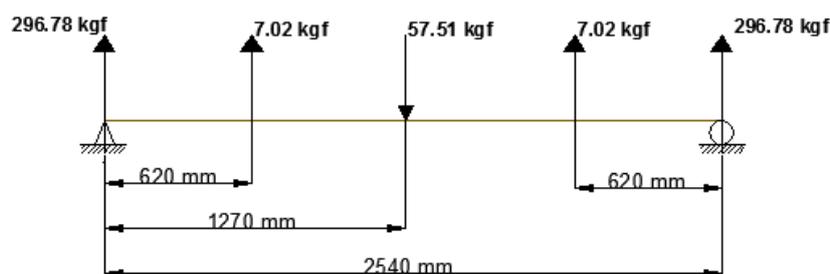


Figura 3.77 Cargas en el perfil V

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.7.4.1 Cargas de diseño

3.7.4.1.1 Carga muerta

Para realizar el diseño se asume una carga uniformemente distribuida por el peso propio de la viga, para esto se toma el peso de un perfil rectangular.

$$q_{perfil} = 8.59 \frac{kg}{m}$$

Donde:

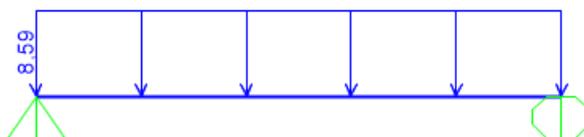


Figura 3.78 Carga muerta uniformemente distribuida en el perfil V

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones



Figura 3.79 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 10.91 \text{ kgf}$$

EC. 3.103

Diagramas de fuerza cortante

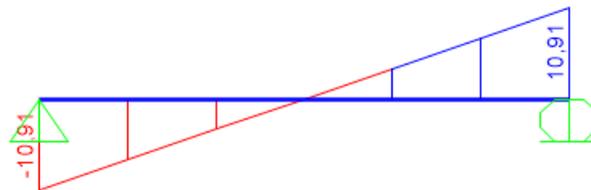


Figura 3.80 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 10.91 \text{ kgf a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.104

Diagrama de momento flector



Figura 3.81 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 6927.41 \text{ kgf} - \text{mm a } 1270.00 \text{ mm}$$

EC. 3.105

3.7.4.1.2 Carga viva

Para el análisis de la carga viva en el perfil se tiene:

- Carga viva transmitida por las correderas EC. 3.72.
- Carga viva transmitida por el perfil central de la plataforma de 57.51 kg.
- Carga viva transmitida por los perfiles III y IV de 296.78 kgf

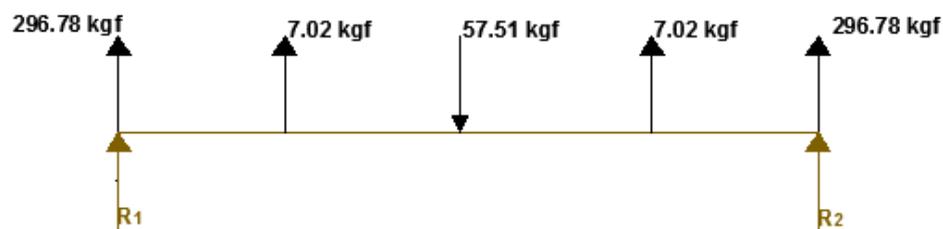


Figura 3.82 Diagrama de cuerpo libre del perfil V

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Una vez determinada las posiciones de carga y sus restricciones se obtiene las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones



Figura 3.83 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 275.05 \text{ kgf}$$

EC. 3.106

Diagrama de fuerza cortante

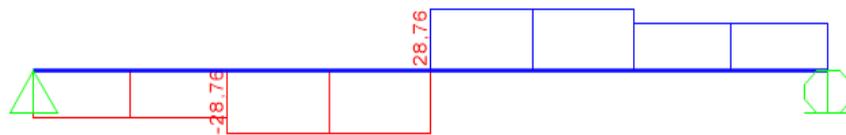


Figura 3.84 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 28.76 \text{ kgf a } 1270.00 \text{ mm}$$

EC. 3.107

Diagrama del momento flector



Figura 3.85 Diagrama del momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 32166.45 \text{ kgf} - \text{mm a } 1270.00\text{mm}$$

EC. 3.108

3.7.4.2 Combinaciones de carga

Tabla 3.18 Combinaciones de carga del perfil V

Grupo	Combinación	Cortante Máximo	Momento Máximo
		Kgf	kgf-mm
1	D	10,91	6927,41
Total		10,91	6927,41
2	D	10,91	6927,41
	L	28,76	32166,45
Total		39,67	39093,86

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Como se puede observar en la Tabla 3.18 los cortantes y momentos del Grupo 2 son mayores que los del Grupo 1:

$$V_{m\acute{a}x} = 39.67 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.109}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 39093.86 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.110}$$

3.7.4.3 Selección del perfil estructural V

El material a utilizar es acero A-500, con un esfuerzo de fluencia S_y de 23.25 kg/mm^2 . Utilizando la EC. 3.52

$$F_b = 9.3 \text{ kg/mm}^2$$

Reemplazando en la EC. 3.78:

$$S_{req} = 4.20 \text{ cm}^3$$

Según Anexo E, se selecciona el perfil rectangular que tenga un módulo de sección mayor que $4,20 \text{ cm}^3$ de altura 50 mm. El perfil que más cerca se encuentra a la condición y al módulo es de $50 \times 100 \times 2 \text{ mm}$.

3.7.5 LISTA DE PERFILES

3.7.5.1 Compatibilidad de los materiales

Del cálculo anterior se obtiene las dimensiones de los perfiles estructurales y se procede a verificar si cumplen con la facilidad de acoplamiento entre los perfiles:

- La conexión del perfil 2 con los perfiles 3, 4 no son compatibles para la unión.
- La conexión del perfil 5 con los perfiles 3, 4 no son compatibles para la unión.

Por lo que se procede a uniformizar el tipo de perfil con el que se construye la plataforma, tanto por la ergonomía, como por la facilidad de acoplamiento para ser soldados, Tabla 3.19:

Tabla 3.19 Tabla de perfiles seleccionados

#	Diseño por compatibilidad	
	Descripción	Dimensiones (mm)
Perfil I	Tubo rectangular	50x100x2 Long: 2540
Perfil II	Tubo rectangular	50x150x3 Long: 2540
Perfil III	Tubo rectangular	50x150x4 Long: 2600
Perfil IV	Tubo rectangular	50x150x4 Long: 2600
Perfil V	Tubo rectangular	50x100x2 Long: 2540

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 3.19 se tiene que los tipos de perfiles escogidos para la construcción del marco de la plataforma son de 50x150x4 mm.

3.7.6 TRAVESAÑOS

Para evitar el pandeo de la plataforma, y desconcentrar las cargas de los perfiles que conforman las correderas, se coloca travesaños como se muestra en la Figura 3.86.

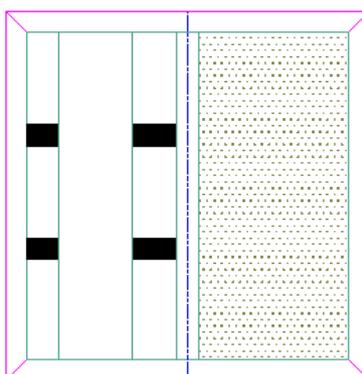


Figura 3.86 Disposición de travesaños

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.7.6.1 Selección de los travesaños

El material a utilizar es acero A-500, con un esfuerzo de fluencia F_y de 23.25 kg/mm^2 . Utilizando la EC. 3.52

$$F_b = 9.3 \text{ kg/mm}^2$$

Reemplazando F_b y en la EC. 3.78

$$S_{req.} = 3.39 \text{ cm}^3$$

Según el Anexo E se selecciona el perfil rectangular que tenga un módulo de sección mayor que 3.39 cm^3 . El perfil que más cerca se encuentra a la condición y al módulo es de $25 \times 50 \times 3 \text{ mm}$. Pero con el objetivo de reducir costos, y aprovechar material desperdiciado de los cortes de los perfiles para la conformación de la plataforma, se utiliza dichos retazos para colocarlos como los travesaños, ya que estos sobrepasan las necesidades de carga que necesitan los perfiles calculados.

3.7.7 PESO GENERAL DE LA PLATAFORMA

Tabla 3.20 Tabla de peso de la plataforma

Nombre	Descripción	Dimensiones (mm)	Norma	Peso (kg/m)	Cant.	Peso Total (kg)
Rampa extensible	Perfil tipo correa #3	Long: 2480	ASTM A-36	25.30	2u	125.92
	Plancha antideslizante #1					
Corredera	Perfil tipo canal U #2	Long: 2480	ASTM A-36	36.69	2u	181.98
	Plancha antideslizante #1					
Perfiles	Tubo rectangular (I)	50*150*3 Long: 2600	ASTM A-500	8.96	1u	23.30
	Tubo rectangular (II y V)	50*150*3 Long: 2540	ASTM A-500	8.96	2u	46.60
	Tubo rectangular (III y IV)	50*150*4 Long: 2600	ASTM A-500	11.73	2u	71
Nervios	Tubo rectangular	150*50*3 Long: 220	ASTM A-500	8.96	4u	7.92
	Tubo rectangular	150*50*3 Long: 313	ASTM A-500	8.96	4u	11.24
					Total	467.96

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.8 DISEÑO DEL ANCLAJE PRINCIPAL



Figura 3.87 Anclaje principal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se debe considerar las dimensiones de la Figura 3.87, para el anclaje principal debido a que montaje inferior de los cilindros hidráulicos son estandarizados de acuerdo al tipo de cilindro que se va a seleccionar. Sin embargo después de varias iteraciones se obtiene las siguientes dimensiones generales para anclaje principal.

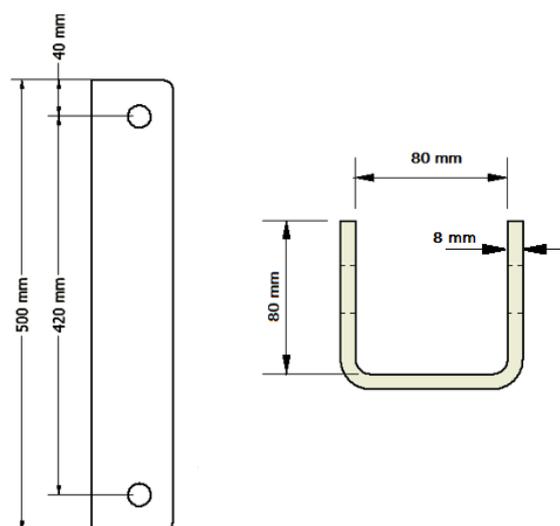


Figura 3.88 Anclaje principal con dimensiones generales

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Para el análisis del anclaje de la Figura 3.89, se considera esfuerzos de tensión y flexión, por lo que se requiere calcular las propiedades de la sección asumida.

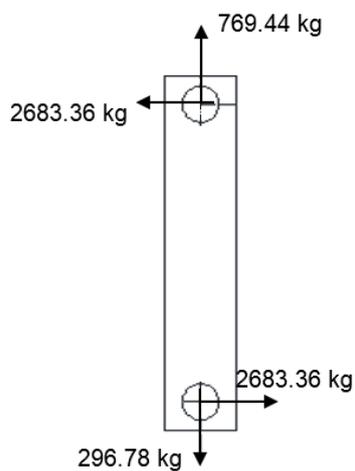


Figura 3.89 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.8.1 PROPIEDADES DE LA SECCIÓN

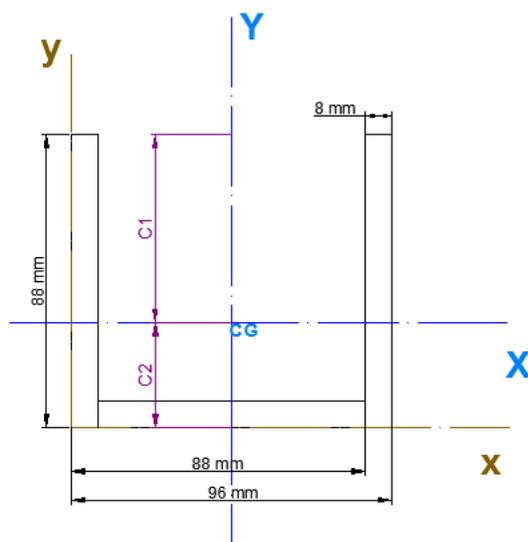


Figura 3.90 Sección Transversal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.8.1.1 Centro de gravedad

Se aplica la EC. 3.36 y EC. 3.37

$$X_G = 48 \text{ mm} , Y_G = 31.50 \text{ mm}$$

3.8.1.2 Resumen de las propiedades de la sección transversal

Tabla 3.21 Propiedades de la sección transversal

Propiedades de la sección trasversal	
Momento de inercia	$I_x = 1616042.67 \text{ mm}^4$
Distancia perpendicular desde el eje neutro	$c_1 = 9.53 \text{ mm}$
	$c_2 = 43.47 \text{ mm}$
Área de la sección	$A = 2048.00 \text{ mm}^2$

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.8.2 ANÁLISIS A TENSIÓN

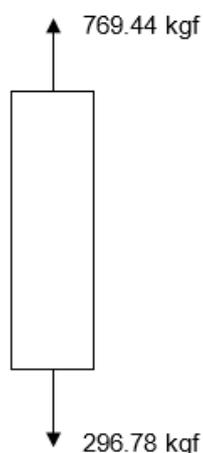


Figura 3.91 Diagrama de cuerpo libre – análisis a tensión

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se calcula el esfuerzo normal ²⁹del anclaje principal bajo la acción de carga axial con la ecuación EC.3.111

$$\sigma_R = \frac{P}{A} \quad \text{EC. 3.111}$$

Se reemplaza en la EC.3.112 en la EC. 3.111

$$A_{\text{sección}} = 2048 \text{ mm}^2 \quad \text{EC. 3.112}$$

²⁹ Beer, F., Russell, J., Dewolf, J., & Mazurek, D. (2006). Mecánica de Materiales (5ta. Ed.). McGrawHill editorial. Pp. 7

$$\sigma_R = \frac{769.44 - 296.78}{2048} = 0.23 \frac{kgf}{mm^2} \quad EC. 3.113$$

$$\sigma_{permissible} = \frac{Fy_{material}}{FS} = \frac{25.36 \text{ kg/mm}^2}{2.5} = 10.14 \text{ [kg/mm}^2] \quad EC. 3.114$$

$$\sigma_R \leq \sigma_{permissible} \quad EC. 3.115$$

De la EC. 3.115

$$0.23 \frac{kgf}{mm^2} \leq 10.14 \text{ [kg/mm}^2] \quad CUMPLE \quad EC. 3.116$$

3.8.3 ANÁLISIS A FLEXIÓN

Se considera como una viga horizontal simplemente apoyada con las cargas transmitidas por el accionamiento del cilindro hidráulico y las cargas producidas por la ménsula de la plataforma.

3.8.3.1 Cargas de diseño

3.8.3.1.1 Carga muerta

Para realizar el diseño se considera una carga uniformemente distribuida por el propio peso de la viga.

El material a utilizar es acero estructural acero A36, con una densidad de $7850 \frac{kg}{m^3}$, a partir de EC. 1.1

$$q_{rampa} = 16.33 \frac{kg}{m}$$

Se tiene una viga con una carga distribuidas de 16.33 kg/m, como se observa en la Figura 3.92

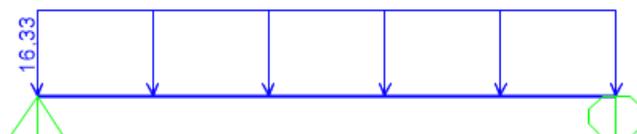


Figura 3.92 Carga muerta uniformemente distribuida en el anclaje principal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones y Momentos



Figura 3.93 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 4.08 \text{ kgf}$$

EC. 3.117

Diagramas de fuerza cortante

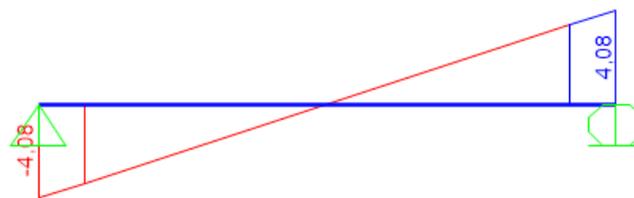


Figura 3.94 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 4.08 \text{ kgf a } 500 \text{ mm}$$

EC. 3.118

Diagrama de momento flector



Figura 3.95 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 150.24 \text{ kgf} - \text{mm a } 40\text{mm}$$

EC. 3.119

3.8.3.1.2 Carga viva

Para la carga viva se tiene las siguientes reacciones por el accionamiento del cilindro hidráulico y las cargas producidas por la ménsula de la plataforma. Figura 3.96

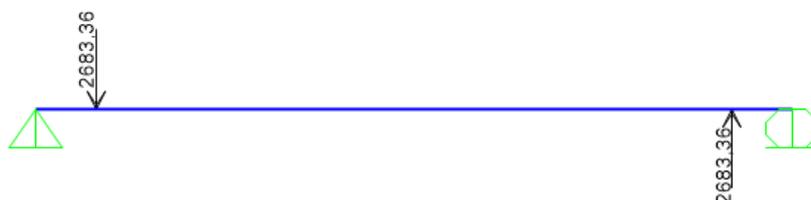


Figura 3.96 Cargas en el aclaje principal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE DIAGRAMAS Y REACCIONES

Una vez determinada las posiciones de carga y sus restricciones se obtiene las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones y Momentos

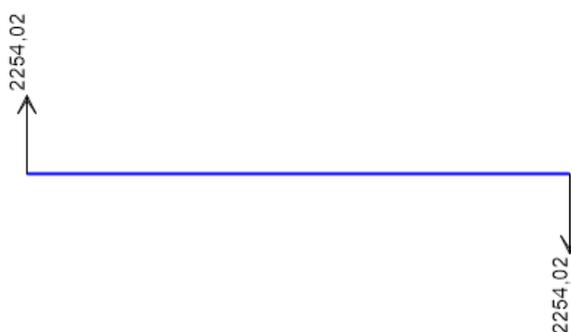


Figura 3.97 Reacciones y momentos

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = 2254.02 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.120}$$

$$R_2 = -2254.02 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.121}$$

Diagrama de fuerza cortante

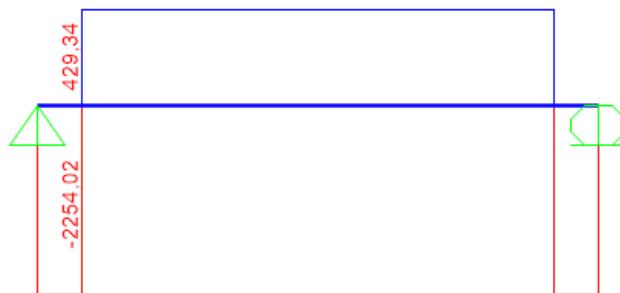


Figura 3.98 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = 2254.02 \text{ kgf a } 500 \text{ mm}$$

EC. 3.122

Diagrama del momento flector

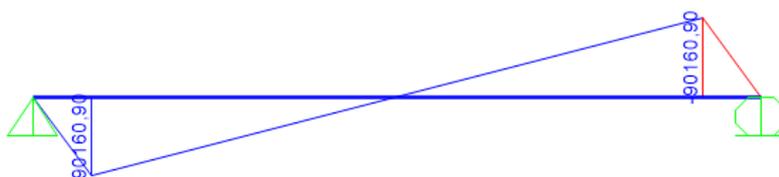


Figura 3.99 Diagrama del momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{máx}} = 90160.90 \text{ kgf} - \text{mm a } 40 \text{ mm}$$

EC. 3.123

3.8.4 COMBINACIONES DE CARGA

Tabla 3.22 Combinaciones de anclaje principal

Grupo	Combinación	Cortante máximo	Momento máximo
		kgf	kgf-mm
1	D	4,08	150,24
	Total	4,08	150,24
2	D	4,08	150,24
	L	2254,02	90160,90
Total		2258,10	90311,14

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Como se puede observar el cortante y el momento del Grupo 2 son mayores por lo que se tiene:

$$V_{m\acute{a}x} = 2258.10 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.124}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 90311.14 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.125}$$

3.8.4.1 Esfuerzo permisible de flexión

Se determina el esfuerzo de flexión permisible para el material ASTM A36, con un esfuerzo de fluencia de 25.37 kgf/mm^2 .

De la EC. 3.52

$$F_b = 10.14 \text{ kg/mm}^2$$

3.8.4.2 Esfuerzo real de flexión

De la EC. 3.54

$$S = 29854.66 \text{ mm}^3$$

Reemplazando en EC. 3.53

$$f_b = 3.02 \text{ kg/mm}^2$$

Por lo tanto de la EC. 3.51

$$3.02 \text{ kg/mm}^2 \leq 10.14 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \quad \text{Cumple}$$

Como se observa el esfuerzo real de flexión de la viga compuesta es igual a 3.02 kg/mm^2 , que es menor al esfuerzo permisible de flexión de 10.14 kg/mm^2 , por lo que el diseño es satisfactorio.

3.9 DISEÑO DE COLUMNAS

En el diseño de la plataforma, se utiliza dos tipos de columnas; una fija y una móvil. Dichas columnas no poseen cargas axiales actuando sobre sí, por lo que se analiza como si fueran vigas verticales.

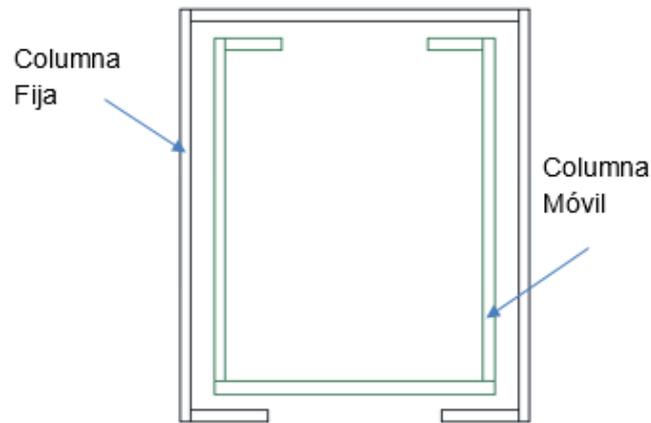


Figura 3.100 Columnas en conjunto

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.9.1 DISEÑO DE LAS COLUMNAS MÓVILES

Para el diseño de las columnas móviles se analiza como una viga simplemente apoyada que está sometida las reacciones que produce el anclaje principal. Ver Figura 3.101

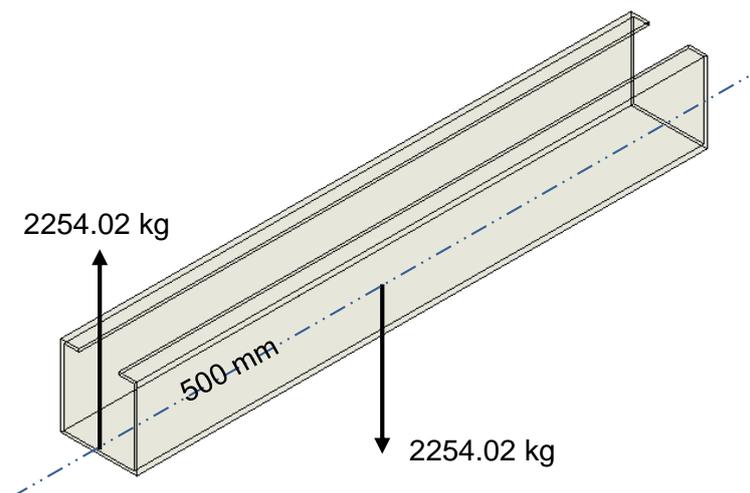


Figura 3.101 Columna móvil

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se asume la siguiente sección para la columna móvil (Ver Figura 3.102):

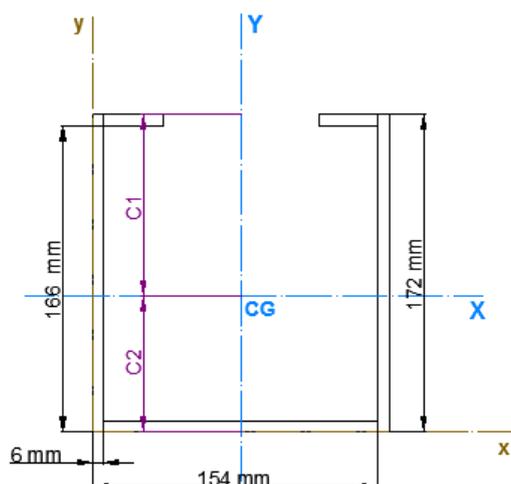


Figura 3.102 Sección de la columna de desplazamiento

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.9.1.1 Centro de gravedad

Se aplica la EC. 3.36 y EC. 3.37, obteniéndose:

$$X_G = 80 \text{ mm} , Y_G = 73.46 \text{ mm}$$

3.9.1.2 Resumen de las propiedades de la sección transversal.

En la Tabla 3.23 se puede observar el resumen de las propiedades de la sección transversal de la columna móvil, de donde el momento de inercia se calcula con la ayuda del software Solid Works 2014.

Tabla 3.23 Propiedades de la sección transversal

Propiedades de la sección trasversal	
Momento de inercia	$I_x = 13330516.78 \text{ mm}^4$
Distancia perpendicular desde el eje neutro	$c_1 = 98.54 \text{ mm}$
	$c_2 = 73.46 \text{ mm}$
Área de la sección	$A = 3336.00 \text{ mm}^2$

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.9.1.3 Cargas de diseño

3.9.1.3.1 Carga muerta

Para calcular la carga muerta (Figura 3.103) se realiza mediante el peso propio de la columna, el material a utilizar es acero estructural acero A36, con una densidad de 7850 kg/m³. De la EC. 1.1 se tiene:

$$q_{columna\ móvil} = 26.19 \frac{kg}{m}$$

Por lo que:

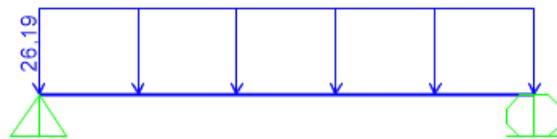


Figura 3.103 Carga muerta uniformemente distribuida

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones y Momentos



Figura 3.104 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 15.71 \text{ kgf}$$

EC. 3.126

Diagramas de fuerza cortante

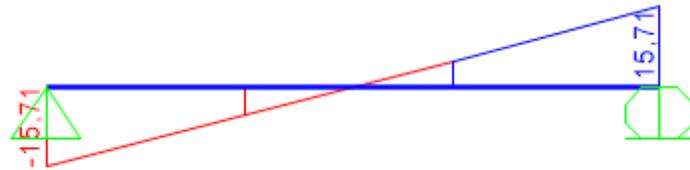


Figura 3.105 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = 15.71 \text{ kgf a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.127

Diagrama de momento flector



Figura 3.106 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{máx}} = 4335.75 \text{ mm a } 430 \text{ mm}$$

EC. 3.128

3.9.1.3.2 Carga viva

Para las carga viva se asume las reacciones del anclaje principal EC. 3.120 y EC.3.121.

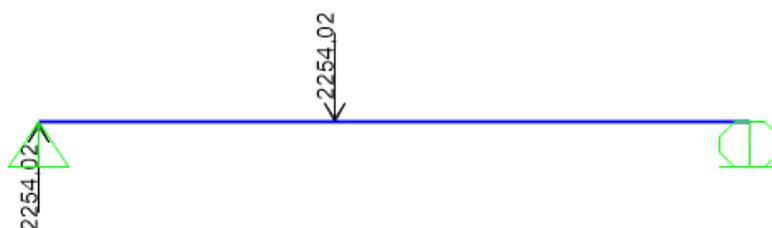


Figura 3.107 Carga viva sobre la columna móvil

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Reacciones



Figura 3.108 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = -939,18 \text{ kgf}$$

EC. 3.129

$$R_2 = 939,18 \text{ kgf}$$

EC. 3.130

Diagramas de fuerza cortante



Figura 3.109 Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 1314,85 \text{ kgf a } 500\text{mm}$$

EC. 3.131

Diagrama de momento flector



Figura 3.110 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 657422,50 \text{ kgf} * \text{mm a } 500 \text{ mm}$$

EC. 3.132

3.9.1.4 Combinaciones de carga

Tabla 3.24 Combinaciones de carga de la columna móvil

Grupo	Combinación	Cortante Máximo	Momento máximo
		kgf	kgf-mm
1	D	15,71	4335,75
Total		15,71	4335,75
2	D	15,71	4335,75
	L	1314,85	657422,50
Total		1330,56	661758,25

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Como se puede observar el cortante y el momento del grupo 2 son mayores por lo que se tiene:

$$V_{m\acute{a}x} = 1330.56 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.133}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 661758.25 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.134}$$

3.9.1.5 Análisis de esfuerzo de flexión

3.9.1.5.1 Esfuerzo de flexión real

De la EC. 3.54

$$S = 135280.25 \text{ mm}^3$$

Reemplazando en la EC. 3.53, se tiene esfuerzo real de flexión:

$$f_b = 5.67 \text{ kg/mm}^2$$

3.9.1.5.2 Esfuerzo permisible

De la EC. 3.52

$$F_b = 10.14 \text{ kg/mm}^2$$

Comprobando con la EC. 3.51

$$f_b = 4.90 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \leq 10.14 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \quad \text{CUMPLE}$$

Como se observa el esfuerzo real de flexión de la viga compuesta es igual a 4.90 kg/mm^2 , que es menor al esfuerzo permisible de flexión de 10.14 kg/mm^2 .

3.9.2 DISEÑO DE LAS COLUMNAS FIJAS

La columna fija es una parte fundamental del elevador ya que soporta a la columna móvil que desliza dentro de esta permitiendo el desplazamiento vertical, se ubican en las cargas de la EC. 3.129 y EC. 3.130 como se observa en la Figura 3.111.

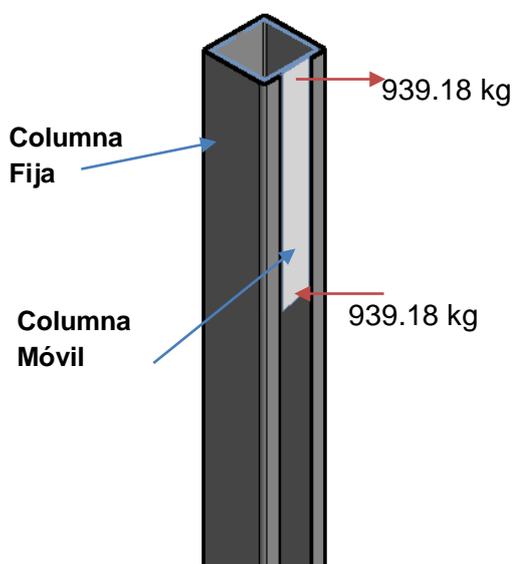


Figura 3.111 Columna fija

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

En el mercado no se encuentra un perfil estructural tipo G, con las características necesarias, por lo que se procede a calcular con una sección compuesta como se muestra la Figura 3.111.

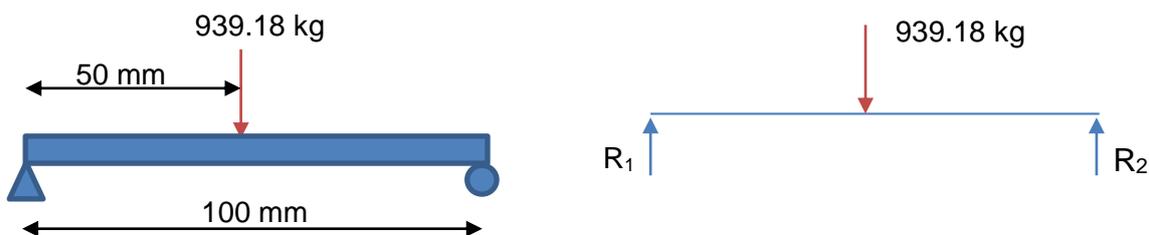


Figura 3.112 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$\sum Fy = R_1 + R_2 = 939.18 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.135}$$

$$\sum M_1 = 50 \times 939.18 - 100 \times R_2 = 0 \quad \text{EC. 3.136}$$

$$R_2 = 469.60 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.137}$$

$$R_1 = 469.60 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.138}$$

Se empieza por el diseño de la parte más crítica del perfil que conforma la columna, esta parte es el ala del mismo, ya que, en esta se aplica la carga producida por la columna móvil se debe tener en cuenta que dicho análisis se realiza tomando la consideración de que el ala se comporta como viga en voladizo. Figura 3.113

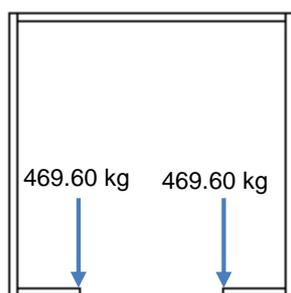


Figura 3.113 Sección Transversal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.9.2.1 Diagrama de la viga en voladizo

Se realiza un diagrama de viga en voladizo de el ala de la columna fija como se observa en la Figura 3.114

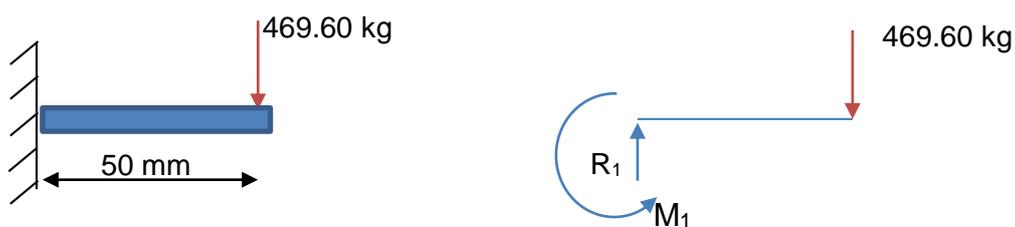


Figura 3.114 Ala de la columna fija

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.9.2.2 Cálculo de reacciones y diagramas

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector:

REACCIONES



Figura 3.115 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = 469.6 \text{ kgf}$$

EC. 3.139

DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE



Figura 3.116 Diagrama de fuerzas cortantes

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = -469.60 \text{ kgf a } 50\text{mm}$$

EC. 3.140

DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR

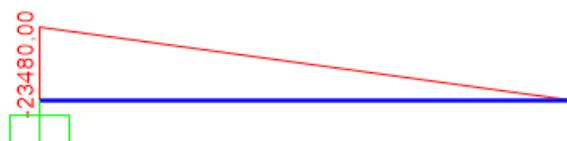


Figura 3.117 Diagrama de Momento Flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{máx}} = 23480 \text{ kgf} * \text{mm a } 50 \text{ mm}$$

EC. 3.141

3.9.2.3 Análisis de esfuerzos a flexión

3.9.2.3.1 Módulo de sección

Para el módulo de sección se toma una parte de la columna fija en donde actúan las reacciones que produce los extremos de la columna móvil como se observa en la Figura 3.118

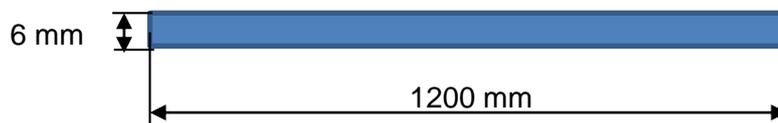


Figura 3.118 Sección transversal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se calcula la inercia de la Figura 3.120, con la EC.3.142 del Anexo F.

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{3560 \times 6^3}{12} = 21600 \text{ mm}^4 \quad \text{EC. 3.142}$$

De la EC. 3.54

$$S = 7200.00 \text{ mm}^3$$

Reemplazando en la EC. 3.53

$$f_b = 3.3 \text{ kg/mm}^2$$

3.9.2.3.2 Esfuerzo permisible

Siendo el material acero ASTM A36, se tiene un esfuerzo de fluencia de la EC. 3.52

$$F_b = 10.14 \text{ kg/mm}^2$$

Comparando con la EC. 3.53

$$f_b = 3.3 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \leq 10.14 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \text{ CUMPLE}$$

Lo que significa que el diseño es satisfactorio debido a que no falla el ala del columna.

3.9.2.4 Comprobación de la sección de la columna fija

Para el análisis de la columna con todas las cargas transmitida por la columna móvil, a esta se le considera como una viga vertical como se muestra en la Figura 3.119.

3.9.2.4.1 Propiedades de la sección

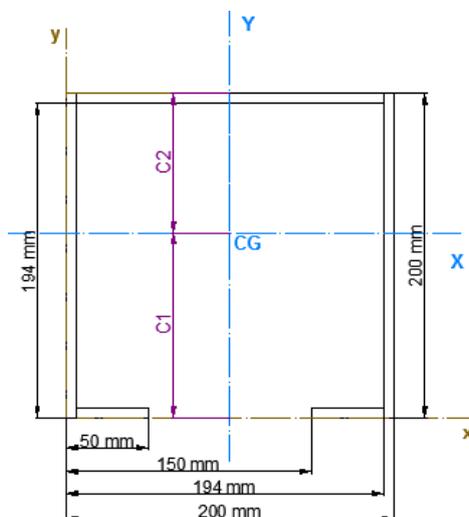


Figura 3.119 Sección transversal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

CENTRO DE GRAVEDAD

Se aplica la EC. 3.36 y EC. 3.37 de donde se obtiene:

$$X_G = 100 \text{ mm} , Y_G = 85.65 \text{ mm}$$

RESUMEN DE LA PROPIEDADES DE SECCIÓN TRANSVERSAL

Tabla 3.25 Propiedades de la sección transversal

Propiedades de la sección trasversal	
Momento de inercia	$I_x = 22751153.66 \text{ mm}^4$
Distancia perpendicular desde el eje neutro	$c_1 = 114.35 \text{ mm}$
	$c_2 = 85.65 \text{ mm}$
Área de la sección	$A = 4056.00 \text{ mm}^2$

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.9.2.4.2 Cargas de diseño

CARGA MUERTA

Para el peso propio de la viga se utiliza el material a utilizar es acero estructural acero A36, con una densidad de $7850 \frac{kg}{m^3}$. (Figura 3.120)

Entonces de la EC. 1.1

$$q_{columna\ fija} = 31.84 \frac{kg}{m}$$

Por lo que:

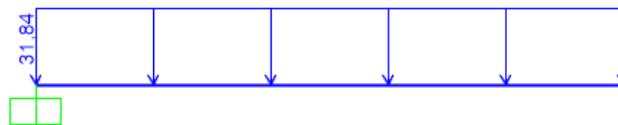


Figura 3.120 Carga muerta uniformemente distribuida

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Cálculo de reacciones y diagramas

Con el valor de la carga uniformemente distribuida se determinan las reacciones y se realiza los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

Reacciones y Momentos



Figura 3.121 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = 113.35 \text{ kgf}$$

EC. 3.143

Diagramas de fuerza cortante

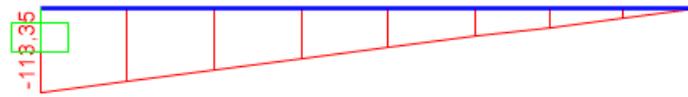


Figura 3.122 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = 113.35 \text{ kgf a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.144

Diagrama de momento flector

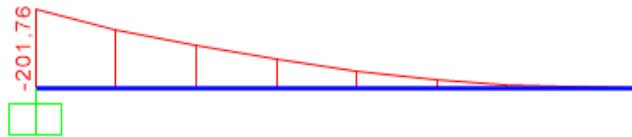


Figura 3.123 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{máx}} = 201.76 \text{ kgf} - \text{mm a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.145

CARGA VIVA

Las cargas que se producen en las columnas móviles EC. 3.129 y EC. 3.130, se transmiten para el cálculo de las columnas fijas, ubicándolas en el extremo de esta como se observa en la Figura 3.126.



Figura 3.124 Cargas en la columna de desplazamiento

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Cálculo de Reacciones y Diagramas

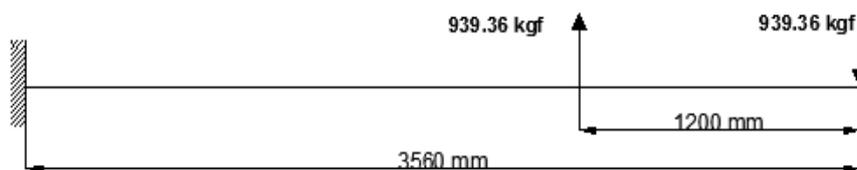


Figura 3.125 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Diagramas de fuerza cortante



Figura 3.126 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = 939.18 \text{ kgf a } 3560 \text{ mm}$$

EC. 3.146

Diagrama de momento flector

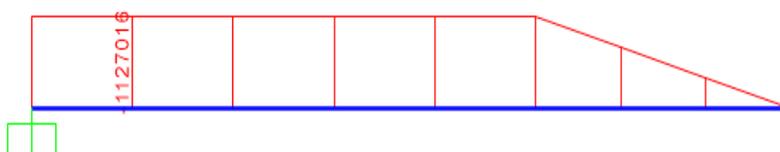


Figura 3.127 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{\text{máx}} = 1127016.00 \text{ kgf} * \text{mm a } 2360 \text{ mm}$$

EC. 3.147

3.9.2.4.3 *Combinaciones de carga*Tabla 3.26 *Combinaciones de carga de la columna fija*

Grupo	Combinación	Cortante máximo	Momento máximo
		kgf	kgf-mm
1	D	113,35	206,76
	Total	113,35	206,76
2	D	113,35	206,76
	L	939,18	1127016,00
	Total	1052,53	1127222,76

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 3.26 se tiene en el grupo 2 los valores de fuerza cortante y momento flector mayores:

$$V_{m\acute{a}x} = 1052.53 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.148}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 1127222.76 \text{ kgf} - \text{mm} \quad \text{EC. 3.149}$$

3.9.2.4.4 *Esfuerzos a flexión*

De la EC. 3.54

$$S = 198960.68 \text{ mm}^3$$

Reemplazando en la EC. 3.53

$$f_b = 5.67 \text{ kg/mm}^2$$

Y con la EC. 3.52

$$F_b = 10.14 \text{ kg/mm}^2$$

Comparando con la EC. 3.51

$$f_b = 5.67 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \leq 10.14 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \quad \text{CUMPLE}$$

Siendo así, se obtiene que el esfuerzo real de flexión es menor que el esfuerzo permisible por lo que el diseño es satisfactorio.

3.10 DISEÑO DE CONEXIONES

3.10.1 ANÁLISIS A FATIGA DE LOS PASADORES

Para determinar el diseño de los pasadores se considera:

- La vida útil de la máquina: 10 años
- Uso: Dos fases de transporte / cada 15 días

Tabla 3.27 Operación de la plataforma

CARGA	DESCARGA	Fase 1	Fase 2
Baja la plataforma	Sube la plataforma	4	4
Sube la plataforma con vehículo 1	Baja la plataforma con vehículo 1		
Baja la plataforma	Sube la plataforma	4	4
Sube la plataforma con vehículo 2	Baja la plataforma con vehículo 2		
Baja la plataforma	Sube la plataforma	4	4
Sube la plataforma con vehículo 3	Baja la plataforma con vehículo 3		
Baja la plataforma	Sube la plataforma	4	4
Sube la plataforma con vehículo 4	Baja la plataforma con vehículo 4		
Baja la plataforma	Sube la plataforma	2	2
Total		34	

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

El ciclo completo del elevador es ascender y descender por cada vehículo, siendo de 34 desplazamientos

Ciclos en el día EC. 3.150:

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{día}} = 34 \times 2 \left[\frac{\text{Lugar de partida} - \text{Lugar de llegada}}{\text{día}} \right]$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{día}} = 68 \left[\frac{\text{Lugar de partida} - \text{Lugar de llegada}}{\text{día}} \right]$$

EC. 3.150

Ciclos al año EC. 3.151:

$$\frac{\text{Ciclos}}{365 \text{ días}} = \frac{68 [\text{Lugar de partida} - \text{Lugar de llegada}]}{15 \text{ días}} \times [365 \text{ días}]$$

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{año}} = 1654.66 [\text{Lugar de partida} - \text{Lugar de llegada}] \quad \text{EC. 3.151}$$

Los ciclos durante la vida útil de la plataforma hidráulica no sobrepasa el millón de ciclos, por lo que no es necesario realizar un análisis por fatiga de los pasadores.

3.10.2 CÁLCULO DE PASADORES PARA LA MÉNSULA PRINCIPAL

Los pasadores de las ménsulas principal, se considera que están sometidos a esfuerzos de corte producidos por la fuerza resultante de 2699.72 kgf (EC. 3.98)

Otras consideraciones:

- Se utiliza un Acero AISI 1045 (Tabla 3.28) por su dureza y tenacidad, adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria. (Anexo G)
- Factor de seguridad de 3
- Se asume la longitud del pasador de 90 mm como se observa en la Figura 3.128

Tabla 3.28 Propiedades del Acero AISI 1045

Propiedad	Valor
Esfuerzo de fluencia	31.70 kgf/mm ²
Resistencia última	57.70 kgf/mm ²
Módulo de elasticidad	29000 ksi

Fuente: Empresa SUMITEC, España. Publicado en: <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201045.pdf>

Elaboración: Propia

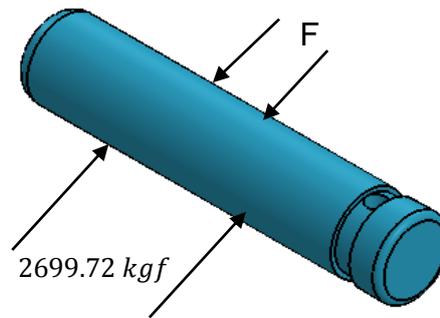


Figura 3.128 Representación del pasador a corte

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.10.2.1 Ecuación de diseño

$$\tau_r \leq \tau_{perm} \quad \text{EC. 3.152}$$

Donde:

$\tau_r =$ Tensión real de cizallamiento

$\tau_{perm} =$ Tensión permisible de cizallamiento

$P =$ Fuerza cortante externa

$A =$ Área o superficie de corte

La tensión permisible de cizallamiento se define como el cociente de la división de las tensiones límite por el grado de seguridad EC. 3.153.³⁰

$$\tau_{perm} = \frac{S_y}{FS} \quad \text{EC. 3.153}$$

$$S_y = K_o \times S_{ut} = 0.75 \times 57.70 \text{ kgf/mm}^2 \quad \text{EC. 3.154}$$

$$S_y = 43.23 \text{ kgf/mm}^2 \quad \text{EC. 3.155}$$

$$\tau_{perm} = \frac{43.23}{3} = 14.41 \text{ kgf/mm}^2 \quad \text{EC. 3.156}$$

³⁰ Sokolov, F., Usov, P., (1971). Mecánica de industrial (1era. Ed.) Moscú. Mir editorial, Pp. 359

El esfuerzo real máximo cortante se obtiene del Anexo H (EC. 3.157)

$$\tau_r = \frac{4V}{3A} \leq \tau_{perm} \rightarrow A = \frac{4V}{\tau_{perm} \times 3} \quad \text{EC. 3.157}$$

$$A = \frac{4 \times 2699.72 \text{ kgf}}{3 \times 14.41 \text{ kgf/mm}^2} = 249.80 \text{ mm}^2 \quad \text{EC. 3.158}$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \text{EC. 3.159}$$

Por lo que el diámetro del pasador es igual a la EC. 3.160

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 248.3}{\pi}} \quad \text{EC. 3.160}$$

$$D = 17.83 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.161}$$

De la EC. 3.161 se procede a seleccionar un pasador de diámetro normalizado de 22 mm.

3.10.3 DISEÑO DE LA MÉNSULA PARA EL CILINDRO SECUNDARIO

El cilindro va ser ubicado sobre una ménsula que soporta las cargas efectuadas por el pasador en solo punto, la Figura 3.129 muestra la ubicación de la ménsula en la plataforma, se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- Diámetro del pasador es estandarizado de acuerdo al tipo de anclaje del cilindro de donde es de $d = 25.4 \text{ mm}$
- Altura 100 mm
- Factor de seguridad $FS = 3$
- Espesor $t = ?$

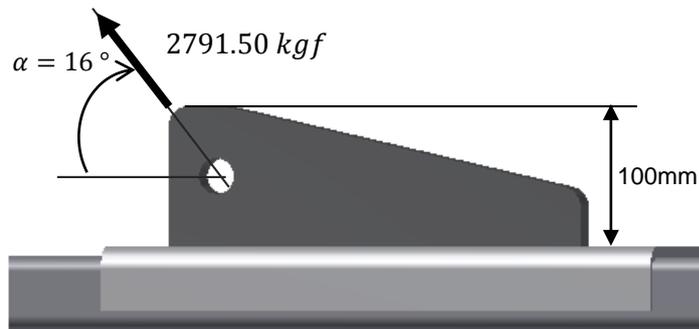


Figura 3.129 Esquema de la ménsula que soporta al cilindro secundario

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se determina el esfuerzo permisible (EC. 3.162) para el material ASTM A36, con un esfuerzo de fluencia de 25.37 kgf/mm^2 .

$$\sigma_{perm} = \frac{Fy}{F.S.} \quad \text{EC. 3.162}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{25.37 \text{ kgf/mm}^2}{3}$$

$$\sigma_{perm} = 8.45 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

Al ser sometido a un esfuerzo real de tensión, EC. 3.163:

$$\sigma = \frac{P}{t \times d_{pas}} \quad \text{EC. 3.163}$$

Es necesario que las tensiones admisibles o permisibles sean iguales a las tensiones reales (EC. 3.164).³¹

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{perm} \rightarrow A = \frac{P}{\sigma_{perm}} \quad \text{EC. 3.164}$$

$$t \times 25 = \frac{2791.50 \text{ kgf}}{8.45} \quad \text{EC. 3.165}$$

Despejando t de la EC. 3.165

$$t = 13.21 \text{ mm}$$

³¹ Sokolov, F., Usov, P., (1971). Mecánica de industrial (1era. Ed.) Moscú. Mir editorial, Pp. 349

Debido a que esta medida de plancha no existe en el mercado se utilizaría una plancha de 15 mm pero debido a que el anclaje del vástago del cilindro tiene holgura estándar entre las horquillas de 25 mm y para evitar el juego entre la ménsula y el anclaje se coloca una plancha de espesor 24 mm.

3.10.4 DISEÑO DE LA MÉNSULA PARA EL ANCLAJE DE LA PLATAFORMA

Para el diseño de las ménsulas (Figura 3.130) que conectan al anclaje principal y a la plataforma se asume la misma forma de la ménsula del anclaje para el cilindro hidráulico secundario, siendo así se considera los siguientes datos ya obtenidos:

- Diámetro del pasador $d = 22 \text{ mm}$
- Altura 100 mm
- Factor de seguridad $FS = 3$
- Espesor $t = 24 \text{ mm}$

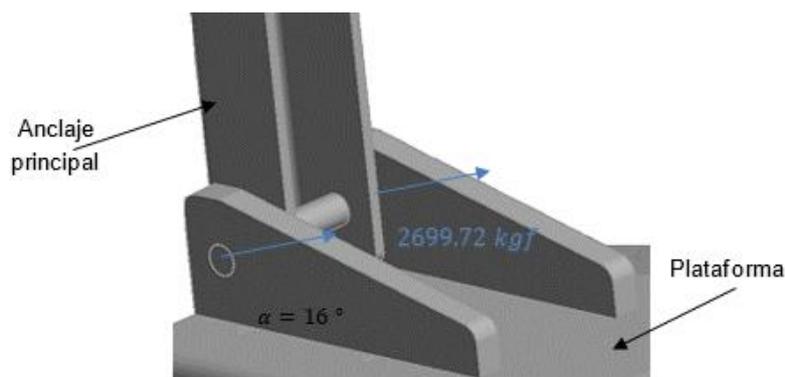


Figura 3.130 Esquema de la posición de la ménsula principal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se determina el esfuerzo permisible para el material con la ASTM A36, con un esfuerzo de fluencia de 25.37 kgf/mm^2 . EC. 3.164

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{EC. 3.166}$$

Donde el área se obtiene de la EC. 3.167

$$A = (D - d) \times t \quad \text{EC. 3.167}$$

Reemplazando en EC. 3.166

$$\sigma = \frac{2699.72 \text{ kgf}}{(80 - 22) \times 24 \text{ mm}} = 1.94 \text{ kgf/mm}^2 \quad \text{EC. 3.168}$$

$$F.S = \frac{25.37 \text{ kg}}{1.94 \text{ kgf/mm}^2} = 13 \quad \text{EC. 3.169}$$

De donde se obtiene un factor de seguridad de 13, con lo que se comprueba que el diseño es satisfactorio.

3.10.4.1 Análisis por corte

Aplicando la EC. 3.152

$$\tau = \frac{P}{(2) t \times d_{pas}} = \frac{2699.72 \text{ kgf}}{(2 \times 24 \text{ mm}) \times 22 \text{ mm}} \quad \text{EC. 3.170}$$

$$\tau = 2.80 \text{ kgf/mm}^2$$

El esfuerzo cortante permisible con la EC. 3.153:

$$F.S = \frac{25.36 \text{ kg}}{2.55 \text{ kgf/mm}^2} \quad \text{EC. 3.171}$$

$$F.S = 9$$

Con un factor de seguridad de 9 el diseño de la ménsula cumple con los requisitos de seguridad necesarios.

3.11 CADENA DE ELEVACIÓN

Para seleccionar las cadenas de elevación se considera los siguientes parámetros:

- Carga de trabajo
- Tipo de trabajo

3.11.1 CARGA DE TRABAJO

La carga total se determina con la carga útil y carga producida por el peso por el peso estructura de la plataforma.

DETERMINACIÓN DE CARGA TOTAL

La carga total se determina a partir de la EC. 3.172:

$$P_T = \text{Carga total de cálculo} \quad \text{EC. 3.172}$$

Para esto se debe determinar los siguientes parámetros de carga:

La carga útil se obtiene de la EC. 3.173

$$P_u = \text{Carga útil} = 1000 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.173}$$

$$P_u = 1000 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.174}$$

El peso de la plataforma según la Tabla 3.20

$$P_{\text{plataforma}} = 467.96 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.175}$$

Peso del cilindro hidráulico secundario EC. 3.176:

$$P_{c-s} = 24.37 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.176}$$

El peso de la columna móvil (EC. 3.177) y del anclaje principal de la (EC. 3.178)

$$P_{c-m} = \left(\frac{26.19 \text{ kg}}{m} \times 1.2 \text{ m} = 31.428 \text{ kg} \right) \quad \text{EC. 3.177}$$

$$P_{a-p} = \left(\frac{16.33 \text{ kg}}{m} \times 0.5 \text{ m} = 8.17 \text{ kg} \right) \quad \text{EC. 3.178}$$

Por lo que la carga total de cálculo es:

$$P_T = P_u + P_{plataforma} + 2P_{c-s} + 2P_{c-m} + 2P_{a-p} \quad \text{EC. 3.179}$$

$$P_T = 1000 \text{ kg} + 467.96 \text{ kg} + (2 \times 24.37 \text{ kg}) + (2 \times 31.428 \text{ kg}) + (2 \times 8.17 \text{ kg}) \quad \text{EC. 3.180}$$

$$P_T = 1595.90 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.181}$$

Donde

P_{c-s} = *Peso del cilindro hidráulico secundario*

P_{c-m} = *Peso columna móvil*

P_T = *Carga total de cálculo*

P_u = *Carga útil*

P_{a-p} = *Peso del anclaje principal*

Para la seguridad de la cadena de carga, según la norma ASME A18, 7.5.2 para los elementos que se encuentran bajo la tensión de cuerdas, cables, cadenas o fuerzas ejercidos sobre un cilindro hidráulico se debe aplicar un factor de seguridad $F.S. > 5$.

Se tiene una carga total bajo un factor de seguridad de 6.

$$[P_T] = P_T \times FS \quad \text{EC. 3.182}$$

$$[P_T] = 1595.90 \times 6 = 9575.4 \text{ kg} = 93.9 \text{ KN} \quad \text{EC. 3.183}$$

3.11.2 TIPO DE TRABAJO

La función de trabajo de las cadenas es de transmitir elevados niveles de esfuerzos de tensión al momento de elevar carga. Así como también el entorno de trabajo es a la intemperie por lo que puede reducir su vida útil. (Ver Figura 3.131)

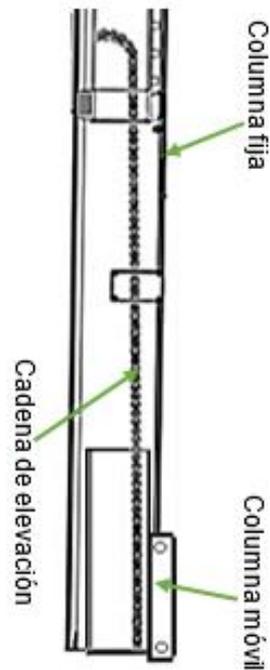


Figura 3.131 Sistema de elevación de cadenas

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.11.3 SELECCIÓN DE LAS CADENAS DE ELEVACIÓN

De acuerdo con la carga aplicada en este caso de 93.9 KN (EC. 3.183), y según el catálogo de Maquinarias Enriques (Anexo I), se selecciona una cadena de rodillos dobles 16B-2 con una resistencia a la ruptura última de 106 KN, que es mayor a la aplicada lo que satisface el diseño.

3.11.4 DISEÑO DEL EJE GUÍA DE LA CADENA

Después de escoger la cadena se diseña un eje con un bocín que sirve para guiar la cadena, este eje solo está sometido a cargas de aplastamiento debido a la cadena como se observa en la Figura 3.132.

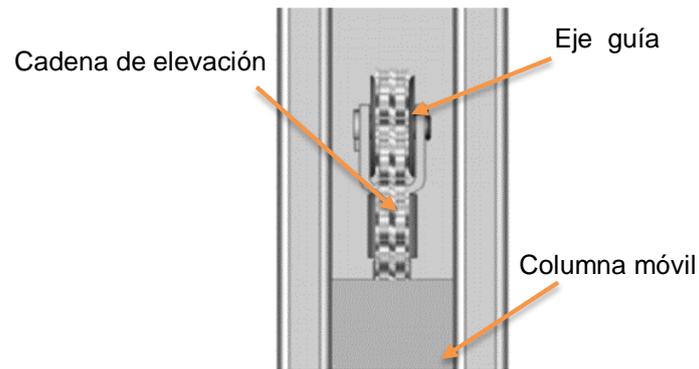


Figura 3.132 Esquema de la posición del eje guía

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.11.4.1 Cálculo del eje guía

Para el cálculo del eje guía debido a que esta sometido a un esfuerzo de aplastamiento³² se aplica la EC. 3.184, y sus dimensiones se encuentran en el los respectivos planos según la Figura 3.133

- Diámetro externo: 100 mm
- Diámetro interno: 50.8 mm
- Material Acero A36, con un esfuerzo de fluencia de 25.37 kgf/mm^2

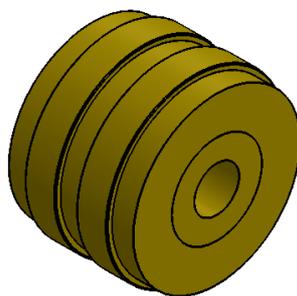


Figura 3.133 Dimensiones seleccionadas del eje

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

³² Sokolov, F., Usov, P., (1971). Mecánica de industrial (1era. Ed.) Moscú. Mir editorial, Pp. 347

3.11.4.1.1 Ecuación de diseño

$$\sigma_{ap} = \frac{F}{A_{ap}} \quad \text{EC. 3.184}$$

Donde:

$F = \text{Fuerza}$

$A_{ap} = \text{Área sometida al aplastamiento}$

$$A_{ap} = d \times D = 50.8 \times 100 = 5080 \text{ mm}^2 \quad \text{EC. 3.185}$$

$$\sigma_{ap} = \frac{1595.90 \text{ kg}}{5080 \text{ mm}^2} = 0.31 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{EC. 3.186}$$

Aplicando la ecuación de diseño EC. 3.188, siendo que el esfuerzo real debe ser menor que esfuerzo permisible del material:

$$\sigma_{ap} \leq \sigma_{perm} = \frac{S_y}{F.S} \quad \text{EC. 3.187}$$

Con un factor de seguridad de 2.5 y reemplazando EC.3188

$$0.31 \text{ kg/mm}^2 \leq 10.14 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{CUMPLE} \quad \text{EC. 3.188}$$

De donde el diseño del eje que soporta a la cadena es satisfactorio.

3.11.5 CÁLCULO DEL BOCÍN

Se determina el bocín para la guía de la cadena ya que este se encuentra sometido esfuerzos de aplastamiento de 1595.90 kg por lo que se asume las siguientes consideraciones (Ver Figura 3.134):

- Diámetro interno del bocín 25 mm
- Diámetro externo de 50.8 mm
- Material bronce fosfórico³³ SAE 40, con un $S_y = 15 \text{ Kg/mm}^2$

³³ Deels, (2010). *Propiedades técnicas*. Recuperado 03 de marzo del 2015. De <http://www.deels.com.ar/propiedades.php>

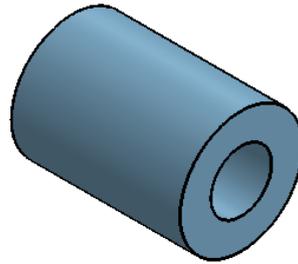


Figura 3.134 Bocín

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Reemplazando la consideraciones en la EC. 3.185

$$A_{ap} = 1250\text{mm}^2$$

Se aplica la EC. 3.184

$$\sigma_{ap} = 1.27\text{kg/mm}^2$$

Se utiliza la EC. 3.187 con un factor de seguridad de 2.5

$$1.27\text{kg/mm}^2 \leq \sigma_{perm} = \frac{15}{2.5}$$

$$1.27\text{kg/mm}^2 \leq 6\text{kg/mm}^2 \text{ CUMPLE}$$

Debido a que 1.27kg/mm^2 , esfuerzo de aplastamiento real, es menor que el esfuerzo permisible del material, el diseño es satisfactorio.

3.11.6 SOPORTE CONECTOR PARA CADENA

Se analiza el soporte para conectar la cadena como una viga con empotramiento en sus extremos, de donde se asume la siguiente geometría (ver Figura 3.137), considerando:

- Material Acero ASTM A36, con un esfuerzo de fluencia: 25.36kgf/mm^2
- Diámetro del perno de arrastre de la cadena³⁴ $\frac{3}{4}$ in.
- Factor de seguridad 3

³⁴ Castillo HNOS, Catálogo de productos

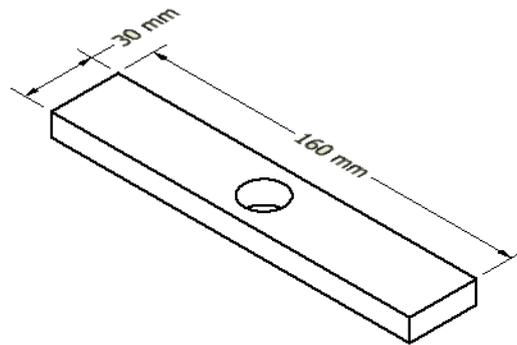


Figura 3.135 Dimensiones generales de la placa soporte

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.11.6.1 Cálculo de reacciones y diagramas

Se realiza el diagrama de cuerpo libre de la placa soporte con una fuerza de 797.95 kgf, obtenida de la EC.3.184, como se observa en la Figura 3.138.



Figura 3.136 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Reacciones



Figura 3.137 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = R_2 = 797.95 \text{ kgf}$$

EC. 3.189

Diagramas de fuerza cortante

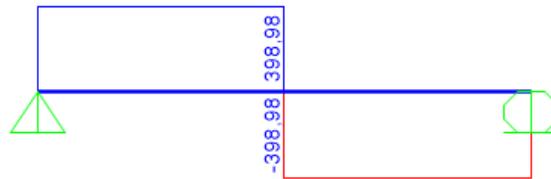


Figura 3.138 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{m\acute{a}x} = 398.98 \text{ kgf a } 160 \text{ mm}$$

EC. 3.190

Diagrama de momento flector

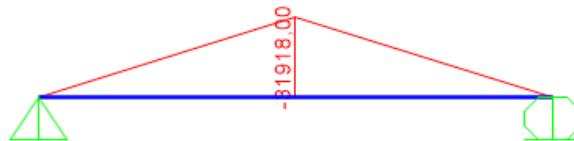


Figura 3.139 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 31918.00 \text{ kgf} - \text{mm a } 80.00 \text{ mm}$$

EC. 3.191

3.11.6.2 Ecuación de diseño

A partir de la EC. 3.192 se calcula el esfuerzo permisible con el esfuerzo de fluencia del material:

$$f_b \leq F_b \quad \text{EC. 3.192}$$

$$f_b = \frac{M}{S} \leq F_b = \frac{Sy}{FS} = \frac{25.36 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}}{2} = 12.68 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \quad \text{EC. 3.193}$$

Donde la inercia, según la EC. 3.194

$$I = \frac{a \times t^3}{12} \text{ y } c = \frac{t}{2} \quad \text{EC. 3.194}$$

El módulo de sección se obtiene a partir de la EC. 3.195

$$S = \frac{I}{c} = \frac{a \times t^2}{6} \quad \text{EC. 3.195}$$

Aplicando EC. 3.193:

$$F_b = \frac{M}{\frac{a \times t^2}{6}} \quad \text{EC. 3.196}$$

Despejando el espesor de la EC. 3.196

$$t = \sqrt{\frac{6 \times M}{F_b \times a}} \quad \text{EC. 3.197}$$

Aplicando la EC. 3.197

$$t = \sqrt{\frac{6 \times 31918.00 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{12.68 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \times 30 \text{ mm}}} = 22.43 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.198}$$

Por lo que se obtiene una placa de espesor 22.43 mm, pero debido a que esta medida no es comercial se aproxima a una plancha de espesor 24 mm.

3.11.7 FRICCIÓN ENTRE LA COLUMNA MÓVIL Y LA COLUMNA FIJA

Cuando entre en funcionamiento el sistema de elevación vertical, la columna móvil arrastra a la plataforma con el vehículo, desarrollando una fuerza de rozamiento entre las paredes de la columna fija como se observa en la Figura 3.140.

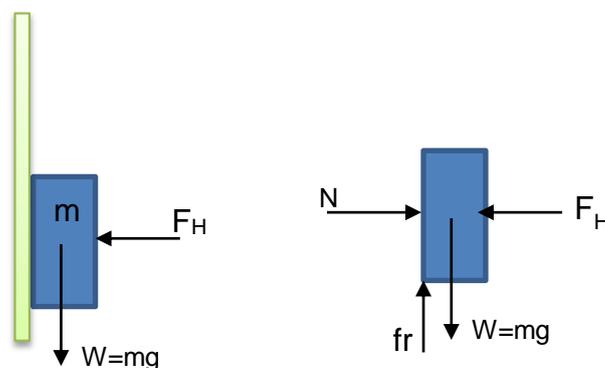


Figura 3.140 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Por lo que se requiere calcular la fuerza de rozamiento:

$$\sum F_y = 0 \quad \text{EC. 3.199}$$

$$fr - mg = 0$$

$$fr = mg \quad \text{EC. 3.200}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$N = F_H = 939.18 \text{ kg}$$

$$fr = mg = 1595.90 * 9.8 = 15639.82 \quad \text{EC. 3.201}$$

Donde el coeficiente de rozamiento está en función de la fuerza de rozamiento y la normal de contacto, EC. 3.202:

$$\mu = \frac{fr}{N} \quad \text{EC. 3.202}$$

Se realiza un análisis del coeficiente de rozamiento ya que se tiene dos casos:

Para rozamiento entre acero-acero se tiene un $\mu = 0.74$, que se reemplaza en la EC.3.203:

$$fr_1 = 939.18 \times 0.74 = 694.99 \quad \text{EC. 3.203}$$

Para rozamiento entre acero – nylon se tiene un $\mu = 0.3^{35}$, que se reemplaza en la EC.3.203:

$$fr_2 = 939.18 \times 0.3 = 281.75 \quad \text{EC. 3.204}$$

$$fr_1 \gg fr_2$$

Por lo que se selecciona la superficie de menor rozamiento que es con nylon que se coloca alrededor de la columna móvil. Figura 3.141

³⁵ Wikibooks (2007). *Rozamiento*. Recuperado 12 de marzo del 2015. De: <http://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Est%C3%A1tica/Rozamiento>

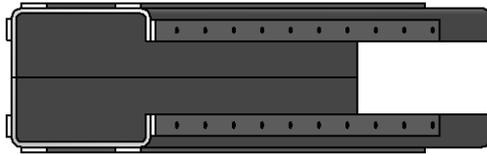


Figura 3.141 Columna móvil revestida con placas de nylon

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.12 DISEÑO DE LA BASE DEL CILINDRO HIDRÁULICO PRINCIPAL

Para el diseño de la placa base donde se asienta el anclaje del cilindro principal se considera las siguientes dimensiones en base al montaje de estos. Figura 3.142

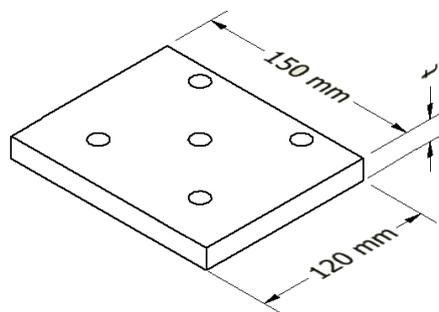


Figura 3.142 Dimensiones generales de la placa base

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Este elemento está sometido a esfuerzos de flexión por lo que se analiza como una viga en voladizo con cargas efectuadas por la fuerza que ejerce el cilindro, las mismas que se muestra a continuación:

- Peso cilindro: 45 kg
- Carga de que ejerce el cilindro: 1617.58 kg
- Carga total: 1662.58 kg

A la carga total que se aplica sobre la placa se le convierte en uniformemente distribuida como se observa en al Figura 3.143

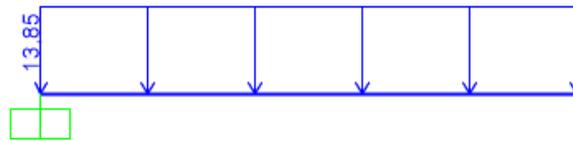


Figura 3.143 Viga con carga distribuida

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.12.1 CÁLCULO DE REACCIONES Y DIAGRAMAS

Para realizar el cálculo de las reacciones y diagramas de fuerza cortante y momento flector se utiliza el software SAP2000.

REACCIONES



Figura 3.144 Reacciones

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$R_1 = 1662.00 \text{ kgf}$$

EC. 3.205

Diagramas de fuerza cortante

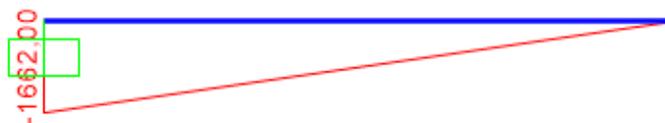


Figura 3.145 Diagramas de fuerza cortante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$V_{\text{máx}} = 1662.00 \text{ kgf a } 0.00 \text{ mm}$$

EC. 3.206

Diagrama de momento flector

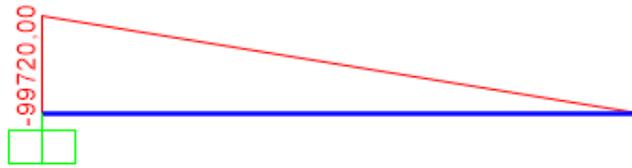


Figura 3.146 Diagrama de momento flector

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$M_{m\acute{a}x} = 99720.00 \text{ kgf} - \text{mm a } 0.00 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.207}$$

Se aplica la ecuación de dise\u00f1o EC.3209:

$$f_b \leq F_b \quad \text{EC. 3.208}$$

$$f_b = \frac{M}{S} \leq F_b = \frac{Sy}{FS} = \frac{25.36 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}}{2} = 12.68 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \quad \text{EC. 3.209}$$

Se calcula la inercia de la Figura 3.144, con la EC.3.211 del ANEXO E.

$$I = \frac{a \times t^3}{12} \text{ y } c = \frac{t}{2} \quad \text{EC. 3.210}$$

$$S = \frac{I}{c} = \frac{a \times t^2}{6} \quad \text{EC. 3.211}$$

$$F_b = \frac{M}{\frac{a \times t^2}{6}} \quad \text{EC. 3.212}$$

$$t = \sqrt{\frac{6 \times M}{F_b \times a}} \quad \text{EC. 3.213}$$

De donde se aplica la EC. 3.213:

$$t = \sqrt{\frac{6 \times 99720.00 \text{ kgf} - \text{mm}}{12.68 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \times 120 \text{ mm}}} = 19.82 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.214}$$

Por lo que se obtiene una placa de espesor 19.82mm, pero debido a que esta medida no es comercial se aproxima a una plancha de espesor 20 mm.

3.12.2 CÁLCULO DE LA DEFLEXIÓN

Para determinar la deflexión en el extremo libre Figura 3.147:

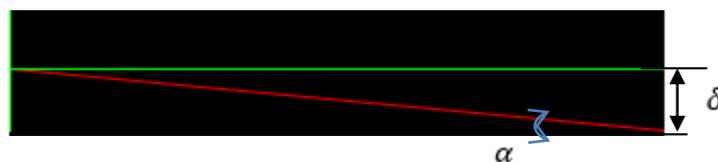


Figura 3.147 Deflexión de la placa base del cilindro

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se calcula con la EC.3.216, del Anexo D.

$$\delta = \frac{q \times l^4}{8EI_x} \quad \text{EC. 3.215}$$

Donde:

$\delta =$ Deflexión máxima

$E =$ Módulo de elasticidad del acero de 29000 ksi

Donde la inercia se calcula a partir de la EC. 3.216:

$$I = \frac{120 \times 20^3}{12} = 80000 \text{ mm}^4 \quad \text{EC. 3.216}$$

Reemplazando la EC. 3.216 en la EC. 3.215

$$\delta = 0.22 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.217}$$

Ángulo de giro en el extremo libre se calcula mediante la EC. 3.218 (Anexo D)

$$\alpha = \frac{ql^3}{6EI_x} \quad \text{EC. 3.218}$$

$$\alpha = \frac{13.85 \text{ kg/mm} \times 120^3 \text{ mm}^3}{6 \times 20394.65 \text{ kg/mm}^2 \times 80000 \text{ mm}^4}$$

$$\alpha = 0.024$$

Por lo que para evitar esta deflexión se considera ubicar unas ménsulas de rigidez debajo de la base soporte del cilindro para que esta tenga una sección compacta de donde se asume la siguiente geometría (Figura 3.148) con un espesor de 8 mm:

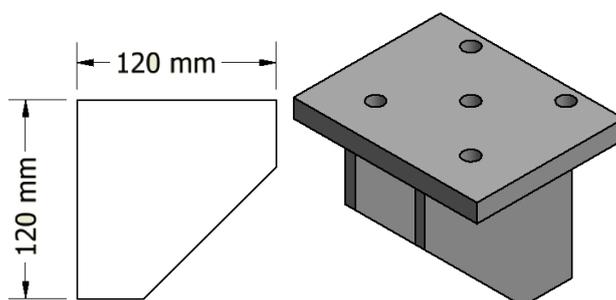


Figura 3.148 Dimensiones generales de la placa base resultante

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.13 DISEÑO DE SOLDADURA

Para empezar con el diseño de las juntas soldadas, posiciones y procesos de soldadura presentes en este proyecto de titulación, se debe conocer ciertos conceptos fundamentales que se detallan a continuación.

3.13.1 SOLDADURA

La soldadura es un proceso en el que se unen partes metálicas mediante el calentamiento de sus superficies, permitiendo que las partes se unan con o sin la adición de otro metal fundido³⁶.

3.13.2 POSICIONES DE SOLDADURA

Se definen como las diferentes ubicaciones del soldador respecto a la junta soldada como se observa en la Figura 3.149 y Figura 3.150.

³⁶ McCorman, C. Jack., Csernak, Stephen, F., (2013). Diseño de Estructuras de Acero (5ta Ed.). México: Alfaomega Ediciones. Pp. 491

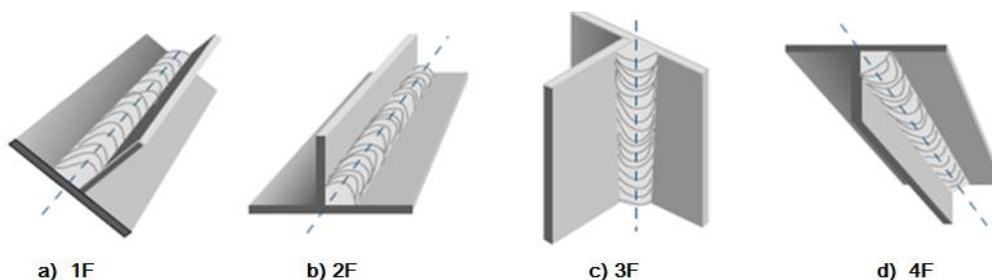


Figura 3.149 Posiciones de soldadura en placas con soldadura de filete

Fuente: ESPINOZA DIEGO (2012). Soldadura. [Diapositivas]. Ecuador.: EPN

Elaboración: Propia

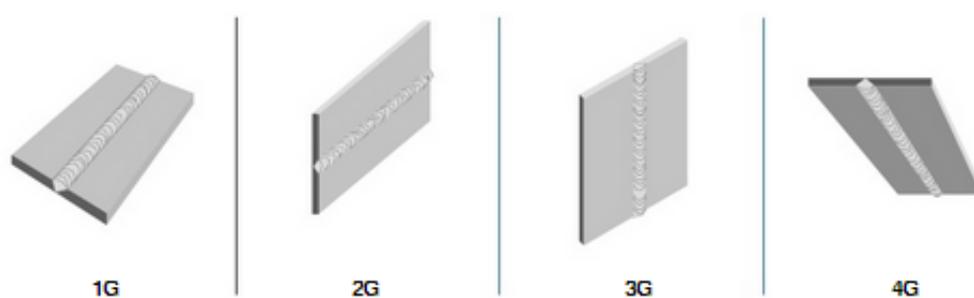


Figura 3.150 Posiciones de soldadura en placas con soldadura de ranura

Fuente: ESPINOZA DIEGO (2012). Soldadura. [Diapositivas]. Ecuador.: EPN

Elaboración: Propia

3.13.3 TIPOS DE JUNTAS

Las juntas de soldadura³⁷, son las diferentes posiciones como se arreglan y orientan las partes a ser soldadas para poder aplicar la soldadura en condiciones de comodidad y seguridad. Figura 3.151

³⁷ Norton, R., Norton. (2011). Diseño de máquinas (4ta. Ed.). México: Pearson Editorial. Pp. 749

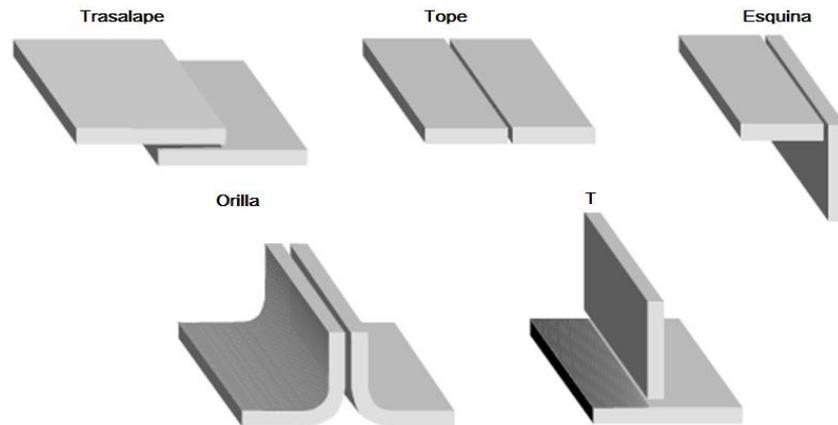


Figura 3.151 Tipos de juntas

Fuente: ESPINOZA DIEGO (2012). Soldadura. [Diapositivas]. Ecuador.: EPN
Elaboración: Propia

3.13.4 TIPOS DE CORDÓN DE SOLDADURA

El cordón de soldadura es la parte de la junta soldada que permite la unión de las piezas. Figura 3.152

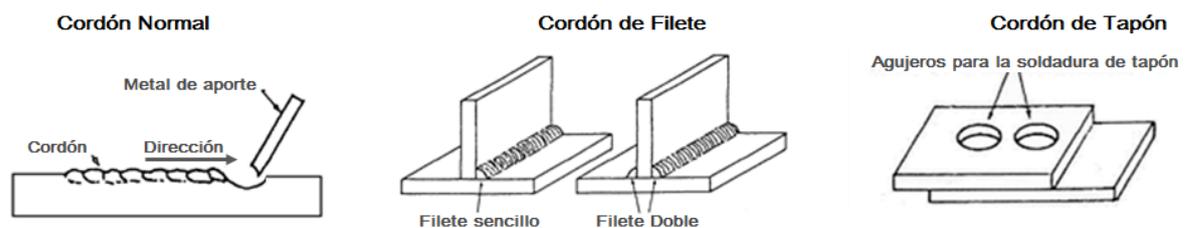


Figura 3.152 Tipos de cordón de soldadura

Fuente: Tecnología de Soldadura. (2011). Laboratorio EPN (1ª. Ed.) [Folleto]. Ecuador.: EPN
Elaboración: Propia

3.13.5 PROCESOS DE SOLDADURA

Los procesos de soldadura que mas se emplean en la industria metálica, se clasifican en base a los criterios mostrados en la Tabla 3.29.

Tabla 3.29 Criterios de selección del proceso de soldadura

Criterio		Selección
Técnico	Por el grado Participación del personal	Soldadura semiautomática
	Por el grado de Continuidad	Intermitente
Físico	Temperatura	Fase solida
	Térmicas	Por arco
Tecnológico	Proceso de soldadura	Por arco con alambre sólido y bajo la protección de gas. (GMAW)

Fuente: Tecnología de Soldadura. (2011). Laboratorio EPN (1ª. Ed.) [Folleto]. Ecuador.: EPN

Elaboración: Propia

3.13.6 VARIABLES DE LA SOLDADURA

3.13.6.1 Variables preseleccionadas

Para estas variables se asume alambre sólido de diámetro 0.9 -1.2 [mm], según el caso. Tabla 3.29

Tabla 3.30 Variables preseleccionadas

Especificación	Descripción
Alambre	Norma AWS A5.18 ER 70 S-6
Gas protector	CO2 20%
Diámetro del alambre	0.9 -1.2 mm
Composición	Si:0.80-1.5% ; Mn:1.-1.85%; P:0.025%; C:0.06-0.15%; S: 0.035%
Resistencia a la tracción	70000 PSI ~5202.7 kg/ cm 2

Fuente: Empresa INDURA, Ecuador. Publicado en: http://www.indura.com.ec /lista _productos.asp?idq=3434&a=SOLDADURAS&ai=3422&b=ALAMBRES

Elaboración: Propia

3.13.6.2 Variables primarias y secundarias

Estas variables permiten modificarse de manera continua a medida que se realiza la soldadura.

Tabla 3.31 Variables primarias y secundarias

Variables Primarias	Variables Secundarias
Corriente de soldadura	Velocidad de alimentación del alambre
Voltaje de arco	Distancia libre del electrodo
Velocidad de soldadura o de avance	Ángulo de boquilla y distancia entre la tobera del gas y la pieza

Fuente: Tecnología de Soldadura. (2011). Laboratorio EPN (1ª. Ed.) [Folleto]. Ecuador.: EPN

Elaboración: Propia

Por lo que se considera la regulación del sistema para el proceso MIG, según el Anexo J.

3.13.7 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS SOLDADURAS

3.13.7.1 Esfuerzos permisibles

En la Tabla 3.32 se muestran los esfuerzos permitidos según la norma AISC para metal de soldadura.

Tabla 3.32 Esfuerzos permitidos para metales de soldadura

Tipo de Carga	Tipo de Soldadura	Esfuerzo Permissible	n
Tensión	A tope	0,60 Sy	1,67
Aplastamiento	A tope	0,90 Sy	1,11
Flexión	A tope	0,60 - 0,66 Sy	1,52-1,67
Compresión simple	A tope	0,60 Sy	1,67
Cortante	A tope o de filete	0,40 Sy	1,44

Fuente: Shigley J. (1977) Diseño en Ingeniería Mecánica (8ta. Ed.) México.: McGrawHill editorial

Elaboración: Propia

3.13.7.2 Espesor mínimo de la garganta efectiva

3.13.7.2.1 Soldadura a tope

El espesor mínimo de la garganta efectiva de una soldadura a tope con junta de penetración parcial no debe ser menor que el tamaño requerido para transmitir

las fuerzas. El tamaño de soldadura mínimo se determina como la más delgada de las dos partes unidas.

Tabla 3.33 Espesor mínimo de garganta efectiva

Espesor mínimo de garganta efectiva	
Espesor de material de parte más delgada, mm	Espesor mínimo de garganta efectiva, mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Entre 19 y 38	8
Entre 38 y 57	10
Entre 57 y 150	13
Mayor que 150	16

Fuente: AISC (2010). Especificación AISI/ AISC 360-10 para construcciones de acero. Santiago de Chile: Asociación latinoamericana del acero editorial. Sección J2.2

Elaboración: Propia

3.13.7.2.2 Soldadura de filete

El tamaño mínimo de las soldaduras de filete no debe ser menor que el tamaño requerido para transmitir las fuerzas calculadas ni menor que el tamaño que se muestra en la Tabla 3.34

Tabla 3.34 Tamaño mínimo de soldadura de filete

Espesor mínimo de garganta efectiva	
Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete, mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8
Dimensión del pie de soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple. Nota: ver la sección J2.2b para el tamaño de soldadura de filete.	

Fuente: AISC (2010). Especificación AISI/ AISC 360-10 para construcciones de acero. Santiago de Chile: Asociación latinoamericana del acero editorial. Sección J2

Elaboración: Propia

3.13.8 CRONOLOGÍA DE SOLDADO

Para empezar el procedimiento de soldado de toda el proyecto se realiza en el siguiente orden:

- 1) Rampa extensible
- 2) Correderas
- 3) Marco de la Plataforma
- 4) Ménsulas y placas de auxilio
- 5) Anclajes
- 6) Columnas
- 7) Bases

3.13.8.1 Cálculo de la soldadura de la rampa extensible

Para la soldadura de la rampa extensible se analiza el metal base y el metal de soldadura en elementos estructurales, sin accesorios armados con chapas, formas o perfiles conectados por soldadura longitudinal. Ver Figura 3.153

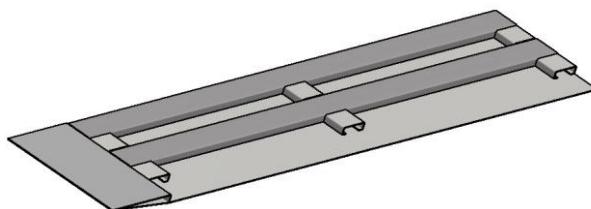


Figura 3.153 Rampa extensible

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se presenta las siguientes consideraciones para efectuar el cálculo:

- Espesor de la plancha antideslizante: 3 mm
- Espesor de los perfiles tipo correa: 3 mm
- Las posiciones para la soldadura de la rampa 1G,2G,2F,

A partir de la EC. 3.219, se determina el área de la garganta según el Anexo K.

$$A_c = 1.44 \times h \times d \quad \text{EC. 3.219}$$

$$h = \cos 45 \times w = 0.707w \quad \text{EC. 3.220}$$

$$A_c = 1.44 \times 0.707(3) \times d \quad \text{EC. 3.221}$$

El esfuerzo de la soldadura ³⁸ se determina mediante la EC. 3.222

$$R_{rs} = \frac{F}{A_c} \leq R_{\sigma s} \quad \text{EC. 3.222}$$

Donde:

R_{rs} = Resistencia o esfuerzo nominal de soldadura

$R_{\sigma s}$ = Resistencia

w = Tamaño de la soldadura

A_c = Área de la garganta de soldadura

d = Longitud del cordón de soldadura

De la con un cortante máximo de 282.89 kg se tiene:

$$R_{rs} = \frac{282.89}{3.05(d)} \quad \text{EC. 3.223}$$

En la EC. 3.224 se tiene que el esfuerzos cortante permisible a filete es de $S_{sy} = 0.4S_y$, con un factor de seguridad 5, entonces para un electrodo continuo ER70S-6, se tiene: $S_y = 5202.7$ [kg/cm²], obteniéndose:

$$R_{\sigma s} = \frac{0.4S_y}{F.S} \quad \text{EC. 3.224}$$

$$R_{\sigma s} = \frac{0.4 \times 5202.7 \frac{kgf}{cm^2}}{5} = 416.22 \frac{kgf}{cm^2} = 4.16 \frac{kgf}{mm^2} \quad \text{EC. 3.225}$$

³⁸ Shigley, J., Uicker J. (2008). Diseño en ingeniería mecánica (8ta. Ed.). México: McGrawHill Editorial. Pp. 469

Reemplazando EC. 3.225 en EC. 3.223 se tiene que:

$$d = \frac{282.89}{4.16 \times 3.05} = 22.29 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.226}$$

$$d \approx 25 \text{ mm}$$

Se tiene una longitud de cordón de soldadura de 25 mm.

3.13.8.2 Cálculo de la soldadura de las correderas

Para el cálculo de las correderas se presenta las siguientes consideraciones:

- Espesor de la plancha antideslizante: 3 mm
- Espesor de los perfiles tipo canal : 6 mm

A partir de la, se determina el área de la garganta (Anexo K):

$$A_c = 1.44 \times h \times d \quad \text{EC. 3.227}$$

$$h = \cos 45 \times w = 0.707w \quad \text{EC. 3.228}$$

$$A_c = 0.707(3) \times d = 2.121d \quad \text{EC. 3.229}$$

El esfuerzo de la soldadura se determina mediante la EC. 3.222, con un cortante máximo de 242.66kg se tiene:

$$R_{rs} = \frac{242.66}{2.121(d)} \quad \text{EC. 3.230}$$

Reemplazando EC. 3.225 en EC. 3.230 se tiene:

$$d = \frac{242.66}{4.16 \times 2.121} = 27.51 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.231}$$

$$d \approx 30 \text{ mm}$$

Se tiene una longitud de cordón de soldadura de 30 mm.

3.13.8.3 Cálculo del sistema estructural del marco de la plataforma

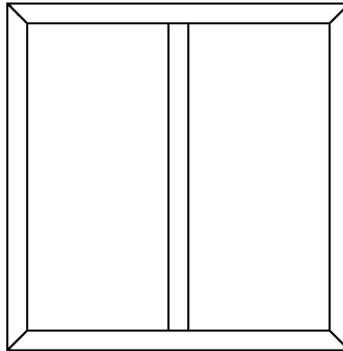


Figura 3.154 Marco de la plataforma

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Para el cálculo del marco de la plataforma se toma en cuenta el cortante máximo de todos los perfiles como se muestra en la Figura 3.155

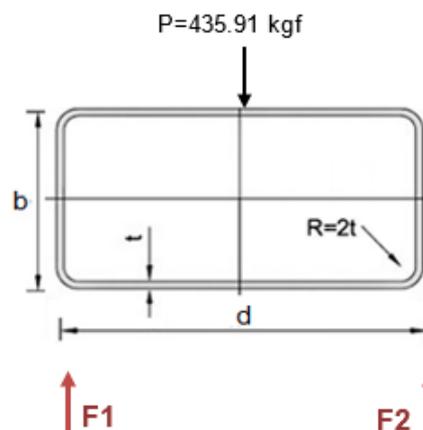


Figura 3.155 Sección transversal del perfil

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

$$\sum F_y: 0 \quad F_1 + F_2 = P \quad \text{EC. 3.232}$$

$$F_1 = F_2 = 217.95 \text{ kgf} \quad \text{EC. 3.233}$$

A partir de la EC. 3.227, se determina el área de la garganta:

$$A_c = 1.414 \times 0.707w(50 + 150) = 199.93w \quad \text{EC. 3.234}$$

$$w = \frac{435.91 \text{ kg}}{199.93 \times 4.16 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}} = 0.5 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.235}$$

$$w \approx 1 \text{ mm}$$

Tomando en cuenta la consideración de la EC. 3.235 en la que indica que, en la soldadura a tope el tamaño mínimo en relación a la parte unida más delgada se tiene de 3 mm, sin embargo los cálculos realizados se tiene un aproximado de 1 mm para el tamaño de soldadura, por lo que se toma el tamaño de soldadura de 5mm.

3.13.8.4 Cálculo de la soldadura del anclaje principal

Para el diseño de la soldadura del anclaje principal esta tiene un metal base de 8 mm de espesor unido a una placa con un espesor 6 mm. Figura 3.156

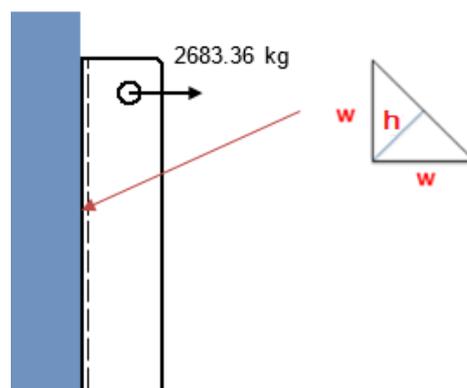


Figura 3.156 Anclaje principal

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

A partir de la EC. 3.227, se determina el área de la garganta:

$$A_c = 1.44 \times 0.707w(96 + 500) \quad \text{EC. 3.236}$$

$$A_c = 606.77w$$

$$w = \frac{2683.36 \text{ kgf}}{4.16 \times 606.77} \quad \text{EC. 3.237}$$

$$w = 1.06 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.238}$$

Tomando en cuenta la consideración de Tabla 3.34 en la que indica que, en la soldadura a tope el tamaño mínimo en relación a la parte unida más delgada se tiene de 3 mm, sin embargo los cálculos realizados se tiene un aproximado de 1 mm para el tamaño de soldadura, por lo que se selecciona el tamaño de soldadura de 5mm.

3.13.8.5 Cálculo de la soldadura de las ménsulas

Para el cálculo de la soldadura de la ménsula, que soportan el pasador que apoya el cilindro hidráulico secundario, se asume una placa auxiliar que tenga un espesor de 8 mm, además la fuerza de corte que debe resistir esta placa es de 769.44 kg. Figura 3.157

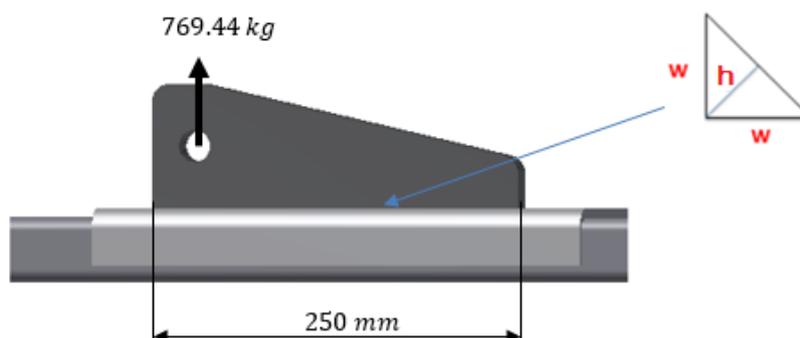


Figura 3.157 Soldadura en la ménsula del cilindro secundario

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Se calcula la garganta de la soldadura con la EC. 3.239

$$h = \cos 45 \times w = 0.707w \quad \text{EC. 3.239}$$

A partir del área de la garganta de soldadura se calcula la longitud del cordón para lo cual según la norma AWS D1.1, el tamaño mínimo de la soldadura para dos placas de diferente espesor, se elige el de menor espesor en este caso:

$$w = 8 \text{ mm} = 0.8 \text{ cm} \quad \text{EC. 3.240}$$

$$A_c = 1.44 \times w \times L \quad \text{EC. 3.241}$$

De la EC. 3.241

$$L = \frac{769.44 \text{ kgf}}{R_{\sigma_s} \times 1.414 \times w} \quad \text{EC. 3.242}$$

$$L = \frac{769.44 \text{ kgf}}{416.22 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \times 1.414 \times 0.8 \text{ cm}}$$

$$L = 1.6 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

Esta es la longitud de los cordones de soldadura que se requiere debido a la resistencia del metal base. Por lo que se requiere de una placa con las siguientes dimensiones: 300mm x 400mm x 8 mm.

3.13.8.5.1 Cálculo de la soldaduras de tapones

Para la soldadura de tapones se tiene los siguientes requerimientos según la norma AWS D1.1³⁹:

- La profundidad del relleno de las soldaduras en tapón en metales bases de espesor $\leq 16 \text{ mm}$ deberá ser igual al metal base.
- El área de cordon efectivo de soldaduras de tapón y de ranura debe ser considerada como el área nominal de la perforación o ranura en el plano de la superficie de contacto.
- El diámetro de las perforaciones para una soldadura de tapón no debe ser menor que el espesor de la parte conectada más 8 mm aproximado al mayor valor predeterminado.
- El espaciamiento centro a centro mínimo de soldaduras de tapón debe ser igual a cuatro veces el diámetro de la perforación.

3.13.8.6 Cálculo de la soldadura de la columna fija.

La columna se une a al furgón metálico por medio de cordones de soldadura para transmitir los esfuerzos de flexion. (Ver Figura 3.158)

³⁹ NORMA AWS D1.1 (2002). Código de soldadura en estructuras de acero. México: Sociedad americana de soldadura Ed. Sección 2.4.5

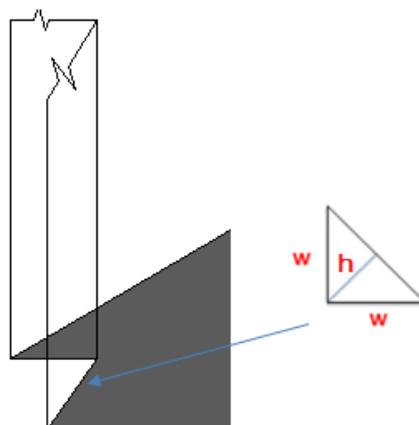


Figura 3.158 Soldadura columna fija

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la EC. 3.222 se tiene que el esfuerzo a flexion permisible a filete es de $S_{sy} = 0.66S_y$, con un factor de seguridad 1.67, entonces para un electrodo continuo ER70S-6, se tiene: $S_y = 5202.7$ [kg/cm²], obteniéndose:

$$R_{\sigma s} = \frac{0.66 \times 5202.7 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{1.67} = 2056.15 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 20.56 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \quad \text{EC. 3.243}$$

A partir de la EC. 3.224 y el Anexo K

$$A_c = 1.44 \times 0.707w(200) = 203.61 w \quad \text{EC. 3.244}$$

$$I_u = \frac{d^3}{12} = \frac{200^3}{12} = 666666.66 \quad \text{EC. 3.245}$$

$$I = hI_u = 0.707w \times 666666.66 \quad \text{EC. 3.246}$$

$$I = 471333.33w \quad \text{EC. 3.247}$$

El esfuerzo al que se somete la soldadura se determina mediante la EC. 3.248

$$R_{rs} = \frac{Mc}{I} \leq R_{\sigma s} = 20.56 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \quad \text{EC. 3.248}$$

Donde $c = \frac{d}{2}$ y el momento máximo es de 1127222.76 kg.mm.

Se reemplaza en la EC. 3.248

$$R_{\sigma s} = \frac{1127222.76 \text{ kgf} - \text{mm} \times \frac{200}{2}}{471333.33w} \quad \text{EC. 3.249}$$

$$w = \frac{1127222.76 \times \frac{200}{2}}{471333.33 \times 20.56} = 11.63 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.250}$$

$$w \approx 12 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.251}$$

Por lo que se tiene un tamaño de soldadura de 12 mm, por lado.

3.13.8.7 Cálculo de la soldadura de la base del cilindro

Para el cálculo de la soldadura de la base se analiza a esfuerzos de corte debido a que en esta base se asienta el cilindro hidráulico principal se asume las siguientes consideraciones: Figura 3.159



Figura 3.159 Medidas de la base del cilindro

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

A partir de la EC. 3.252, se determina el área de la garganta:

$$A_c = 1.44 \times 0.707w(150 + 20) \quad \text{EC. 3.252}$$

$$A_c = 173.07 w \quad \text{EC. 3.253}$$

$$w = \frac{1662.58 \text{ kgf}}{4.16 \times 173.07} = 2.31 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.254}$$

$$w \approx 3 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.255}$$

De donde se obtiene según la Tabla 3.33, que el tamaño mínimo de soldadura es de 3 mm para un espesor de placa mínimo de 6 mm, entonces se toma un tamaño de soldadura de 8 mm.

Para finalizar el diseño de la soldadura se realiza WPS de los tipos de juntas utilizadas en el proyecto. (Anexo W)

3.14 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO HIDRÁULICOS

Para el presente proyecto seleccionamos los siguientes componentes, de acuerdo al diagrama de la Figura 3.160

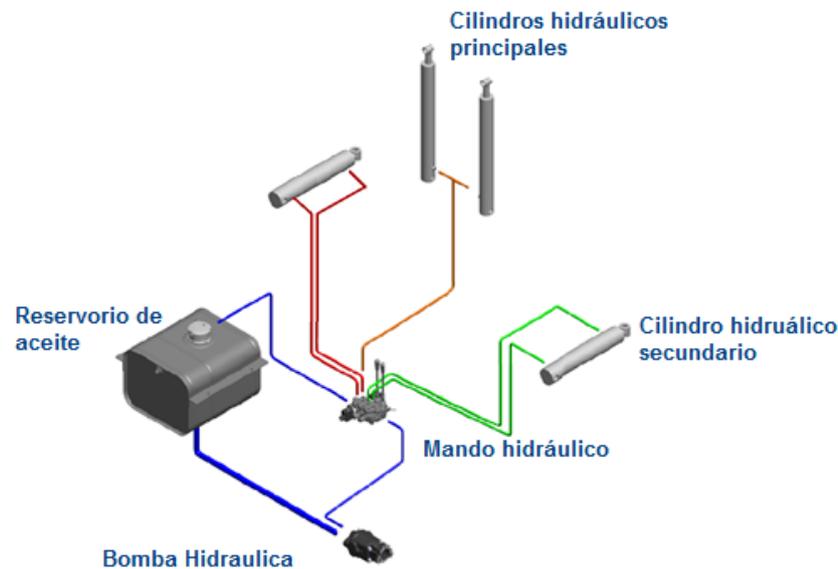


Figura 3.160 Posición de los componentes hidráulicos

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.14.1 CÁLCULO DE CILINDROS HIDRÁULICOS

Para la selección de los cilindros hidráulicos es importante calcular los siguientes parámetros:

- Diámetro del pistón
- Diámetro del eje o vástago
- Carrera del pistón

3.14.1.1 Cálculo del diámetro del pistón

Para determinar la superficie del pistón ⁴⁰ se parte de la EC. 3.257

⁴⁰ Fitzgerald, R. (1984). Mecánica de materiales (Revisada Ed.) México. Alfaomega editorial. Pp. 311

$$P_t = \frac{F_{Cr}}{A_p} \rightarrow A_p = \frac{F_r \times FS}{P_t} \quad \text{EC. 3.256}$$

Donde:

$P_t =$ Presión de trabajo

$A_p =$ Superficie hidráulica del pistón

$F_{Cr} = F_r \times FS$

$d_p =$ Diámetro del pistón

$$A_p = \frac{\pi \times D_p^2}{4} = \frac{F_r \times FS}{P_t} \quad \text{EC. 3.257}$$

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \times F_r \times FS}{\pi \times P_t}} \quad \text{EC. 3.258}$$

3.14.1.2 Cálculo de diámetro de vástago al pandeo

El vástago es el elemento crítico en un cilindro hidráulico, el cual está sometido a una componente de compresión debido a la carga por medio de la presión hidráulica. Para el análisis del vástago se considera como una columna rígida de sección transversal constante la forma que soporta los extremos de la columna.

Figura 3.161

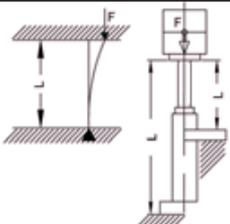
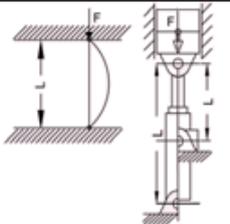
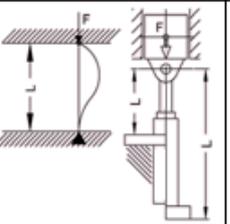
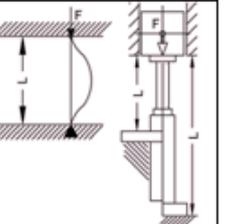
Un extremo libre, un extremo fijo	Dos extremos articulados	Un extremo articulado un extremo fijo	Dos extremos fijos
			
$Le = 2 \times L$	$Le = L$	$Le = L \sqrt{1/2}$	$Le = 1/2 \times L$

Figura 3.161 Casos para las columnas de Euler

Fuente: Empresa FAP HIDRÁULICA. Argentina. Publicado en: www.faphidraulica.com.ar

Elaboración: Propia

Por lo tanto se utiliza la ecuación de Euler⁴¹:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{(KL/r)^2} = \frac{\pi^2 EA r^2}{(KL)^2} \quad \text{EC. 3.259}$$

$$r = \sqrt[2]{I/A} \quad y \quad Le = KL \quad \text{EC. 3.260}$$

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Le)^2} \quad \text{EC. 3.261}$$

$$F_{\sigma} = \frac{F_{cr}}{FS} \quad \text{EC. 3.262}$$

$$F_{\sigma} \times FS = \frac{\pi^2 EI}{(Le)^2} \rightarrow F_{\sigma} = \frac{\pi^2 EI}{FS \times (Le)^2} \quad \text{EC. 3.263}$$

$$F_{real} \leq F_{\sigma} \quad \text{EC. 3.264}$$

$$F_r = \frac{\pi^2 \times E_{vást} \times I_{vást}}{FS \times (Le)^2} \quad \text{EC. 3.265}$$

$$I_{vást} = \frac{\pi \times d_{vást}^4}{64} = \frac{F_r \times FS \times (Le)^2}{\pi^2 \times E_{vást}} \quad \text{EC. 3.266}$$

Para fines de cálculo se utiliza la EC.3.268

$$d_{vást} = \left[\frac{64 \times F_r \times FS \times L_e^2}{\pi^3 \times E_{vást}} \right]^{1/4} \quad \text{EC. 3.267}$$

Donde:

$d_{vást}$ = Diámetro del vástago

F_{real} = Carga real de pandeo

$E_{vást}$ = Módulo de elasticidad del material del vástago

FS = Factor de seguridad ($2 \geq 5$)

Le = Longitud efectiva

⁴¹ Mott, P., Robert. (2004). Diseño de elementos de máquinas (4ta. Ed.). México: Pearson educación Editorial. Pp:229

3.14.2 CILINDROS HIDRÁULICOS SECUNDARIOS

3.14.2.1 Cálculo del diámetro del pistón

Para la selección del cilindro se considera que trabaja con los siguientes parámetros:

- Fuerza real: 2791.50 kgf
- Factor de seguridad: 2.5
- Presión trabajo: 176.13 kgf (2500 psi)

Aplicando la EC. 3.258 se obtiene:

$$d_p = 7.10 \text{ cm} = 71 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.268}$$

Se tiene un diámetro para el pistón de 71 mm, pero este diámetro no es comercial se aproxima para un diámetro de tubería de 3 pulg., según el catálogo de Representaciones Hidráulicas (Anexo L).

3.14.2.2 Dimensionamiento de la carrera del pistón

La carrera del pistón se determina con a partir de la Figura 3.9, en donde tenemos:

- Distancia entre centros del cilindro abierto: $l_z = 1560 \text{ mm}$
- Y por geometría se encuentra una distancia preliminar del cilindro cuando esta retraído de: $l_y = 1100 \text{ mm}$.

Por lo tanto:

$$\Delta l = l_z - l_y \quad \text{EC. 3.269}$$

$$\text{Carrera pistón} = 1560 - 1100 = 460 \text{ mm}$$

3.14.2.3 Cálculo del diámetro de vástago

Para calcular el diámetro del vástago al pandeo se requiere tomar en cuenta los datos

- Fuerza real: 2791.50 kgf
- Factor de seguridad: 2.5
- Longitud: 700mm
- Módulo de elasticidad de 29000 ksi

Aplicando la EC. 3.267 y con $Le = L$ de la Figura 3.161

$$d_{vast} = 2.5 \text{ cm} = 25 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.270}$$

Por lo que se tiene un diámetro para el vástago de 25 mm.

3.14.2.4 Selección del cilindro hidráulico secundario

En base a los resultados obtenidos, se selecciona un cilindro hidráulico que cumpla con las dimensiones y montaje requerido para poder tener las posiciones del mecanismo de la plataforma. De acuerdo al catálogo de cilindros hidráulicos PRINCE (ANEXO M), se selecciona el cilindro B300240ABAAA07B.

Tabla 3.35 Características del cilindro secundario

Descripción	Dimensiones
Carrera	609.6 mm~24 plg
Diámetro de vástago	34.92 mm ~1-3/8 plg
Diámetro de tubo honeado (diámetro de pistón)	76.2 mm~ 3 plg
Anclaje superior: Pasador 25 mm	Anclaje inferior: Pasador 25 mm

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.14.3 CILINDROS HIDRÁULICOS PRINCIPALES

3.14.3.1 Cálculo del diámetro del pistón

$$d_{vást} = 2.5 \text{ cm} = 25 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.271}$$

Para la determinación de la fuerza total se considera la carga total de la EC. 3.157 y se suma el peso de la cadena, EC. 3.272 .

$$P_T = 1617.58 \text{ kg} \quad \text{EC. 3.272}$$

Aplicando la EC. 3.258 y considerando:

- Presión trabajo: 176.13 kgf (2500 psi)
- factor de seguridad de 2.5

$$D_p = 5.40 \text{ cm} = 54 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.273}$$

3.14.3.2 Determinación del diámetro para el tubo honeado

Con este diámetro del pistón de 54 mm, sirve para seleccionar el diámetro del tubo honeado para el cilindro hidráulico, pero debido a que este diámetro no es comercial se aproxima al catálogo de Representaciones Hidráulicas (ANEXO L) con un diámetro interno de 2.5 in.

3.14.3.3 Determinación de la carrera del cilindro hidráulico

Para poder determinar la carrera del pistón se necesita los datos que se muestran a continuación:

- Recorrido de la plataforma = 2500 mm
- La carrera del pistón puede ser de acción directa (1:2), ser la mitad = 1250
- Según la Tabla 3.35, para el diseño se argumenta un sobre recorrido de 4 in = 102 mm

Por lo tanto de la EC. 3.274:

$$Carrera = 1250 + 102 = 1352 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.274}$$

3.14.3.4 Cálculo de diámetro de vástago al pandeo

La posición mayor de esfuerzo del vástago del cilindro, es cuando en el cilindro actúa una fuerza por columna:

- Carga total de 1617.58 kg
- Factor de seguridad: 2.5

- Longitud: 1352 mm
- Módulo de elasticidad de 29000 ksi

Aplicando la EC. 3.267

$$d_{vast} = 4.15 \text{ cm} = 41 \text{ mm} \quad \text{EC. 3.275}$$

El diámetro del vástago no es comercial por lo que se aproxima según el catálogo de Representaciones Hidráulicas (ANEXO L) y se escoge un vástago de 1.75 in

3.14.3.5 Selección del Cilindro Hidráulico Principal

En base a los resultados obtenidos se selecciona un cilindro hidráulico que cumpla con las siguientes características que se valida según la Tabla 3.36 de la empresa fabricante:

Tabla 3.36 Características de los cilindros hidráulicos

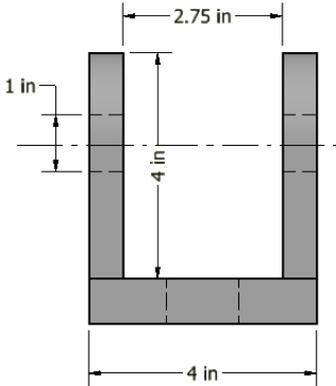
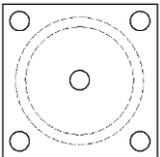
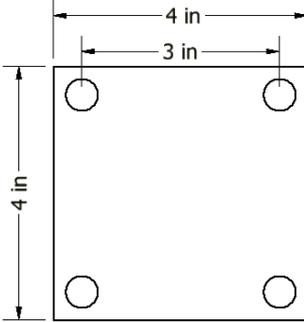
Características	Descripción	Esquema
Fabricante	Representaciones Hidráulicas	
Diámetro del cilindro	2.5 in	
Diámetro del vástago	1.75 in	
Carrera	61 in	
Tipo de Cilindro	Simple Efecto	
Presión de trabajo	2500 psi	
Peso	45 kg	

Fuente: Empresa REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS. Catálogo de productos. Ecuador. Versión 1.10

Elaboración: Propia

3.14.3.6 Tipos de anclaje

Tabla 3.37 Tipos de anclaje

Anclaje superior	Esquema
 <p>Tipo horquilla</p>	
Anclaje inferior	Esquema
 <p>Base Cuadrada</p>	

Fuente: Empresa REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS. Catálogo de productos. Ecuador. Versión 1.10

Elaboración: Propia

3.14.4 BOMBA HIDRÁULICA

Para determinar una bomba hidráulica se requiere calcular el caudal requerido y la potencia de entrada y salida de esta.

3.14.4.1 Caudal de los cilindros

Para calcular el caudal de la bomba se necesita la superficie del pistón del cilindro por la velocidad.

$$Q = A \times v_{CILINDROS}$$

EC. 3.276

Dónde:

$Q = \text{Caudal}$

$A = \text{Área}$

$v = \text{Velocidad}$

Se necesita los cilindros principales que eleven 2440 mm en un tiempo estimado de un minuto y medio, por lo que se calcula la velocidad con la EC. 3.278

$$v_{c-p} = \frac{d}{t} \quad \text{EC. 3.277}$$

$$v_{c-p} = \frac{244 \text{ cm}}{90 \text{ s}} = 2.7 \text{ cm/s} \quad \text{EC. 3.278}$$

Área del pistón del cilindro principal EC. 3.279:

$$A_{c-p} = \frac{\pi \times 2.5^2}{4} = 4.9 \text{ in}^2 \approx 31.61 \text{ cm}^2 \quad \text{EC. 3.279}$$

Área del pistón del cilindro secundario EC. 3.280:

$$A_{c-s} = \frac{\pi \times 3^2}{4} = 7.1 \text{ in}^2 \approx 45.80 \text{ cm}^2 \quad \text{EC. 3.280}$$

Área total de los cilindros hidráulicos EC. 3.281

$$A_T = 2A_{c-p} + 2A_{c-s} \quad \text{EC. 3.281}$$

$$A_T = (2 \times 31.61) + (2 \times 45.80) = 154.83 \text{ cm}^2$$

Aplicando la EC. 3.276 y reemplazando la EC.3.282

$$Q_T = (154.83 \text{ cm}^2) \left(2.7 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \right) \quad \text{EC. 3.282}$$

Caudal total de la bomba es:

$$Q_T = 418.04 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 6.63 \text{ GPM} \quad \text{EC. 3.283}$$

Por tanto se selecciona una bomba que genere 6.63 GPM.

3.14.4.2 Potencia de entrada a la bomba

$$HP = \frac{GPM \times PSI}{1714 \times E} \quad \text{EC. 3.284}$$

Según el catálogo de la OMFB recomienda un a eficiencia del 93 %:

$$HP = \frac{6.63GPM \times 2500 \text{ psi}}{1714 \times 0.93} = 10.39 \text{ HP} \quad \text{EC. 3.285}$$

3.14.4.3 Selección de la bomba hidráulica

Se selecciona una bomba de engranajes 105-011 NPH UNI, que es la más recomendada para la aplicación de hidráulica móvil según el catálogo de OMFB (Anexo M). Figura 3.162



Figura 3.162 Bomba de engranajes hidráulica

Fuente: Empresa OMFB. Hidráulica móvil. Italia. Publicado en: www.omfb.com.

Elaboración: Propia

3.14.5 RESERVORIO DE ACEITE

Se calcula la capacidad del reservorio de aceite en función del caudal de la bomba y el volumen de los cilindros.

$$V = \frac{\pi * Di^2}{4} * C \quad \text{EC. 3.286}$$

Donde:

$V = \text{Volumen de aceite en los cilindros}$

$V = \text{Volumen de aceite en los cilindros}$

$C = \text{Carrera útil del cilindro}$

Utilizando la EC. 3.286

$$V_{cp} = \frac{\pi * 2.75in^2}{4} * 61.02 in = 131.79 in^3 \quad \text{EC. 3.287}$$

$$V_{cs} = \frac{\pi * 2.5in^2}{4} * 24 in = 117.80 in^3 \quad \text{EC. 3.288}$$

$$V_T = (2 * 131.79) + (2 * 117.80) = 499.18 in^3 \quad \text{EC. 3.289}$$

$$V_T = 2.16 galones \quad \text{EC. 3.290}$$

Para que el aceite no se caliente dentro del reservorio de aceite es preciso determinar que el volumen sea 3 a 5 veces más (por recomendaciones del fabricante de los reservorios de aceite). Por tanto se selecciona un reservorio de 8.64 galones.

3.14.5.1 Dimensiones del reservorio de aceite

Para las dimensiones de reservorio se encuentra en función de los galones a utilizarse.

$$V_{cubo} = l^3 \quad \text{EC. 3.291}$$

$$V_T = 8.64 galones = 32705.96 cm^3 \quad \text{EC. 3.292}$$

$$l = 31.97 cm \approx 32 cm \quad \text{EC. 3.293}$$

Se selecciona un reservorio de aceite del catálogo de Representaciones Hidráulicas (Anexo O)

3.14.6 MANDO HIDRÁULICO

Para la selección de este componente hidráulico se debe conocer las siguientes especificaciones en función de los cálculos anteriores:

Tabla 3.38 Características del mando hidráulico

Parámetros	Descripción
Servicios	Dos
Función	Doble acción
Caudal	6.63 GPM ~7/8 GPM
Presión	2500 PSI
Control	Manual

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Según catálogo WOLVERINE (Anexo P), se selecciona una caja de válvulas o mandos hidráulicos de dos servicios de 7 GPM.

3.14.7 MANGUERA HIDRÁULICA Y ACOPLERES

Según el circuito (Figura 3.165) establecido de utiliza mangueras hidráulicas flexibles y estas deben resistir una presión de 2500 psi, que es la presión del sistema. Del catálogo del fabricante (Anexo Q) se selecciona la manguera hidráulica de doble malla de $\frac{3}{4}$ " in con sus respectivos acoples.

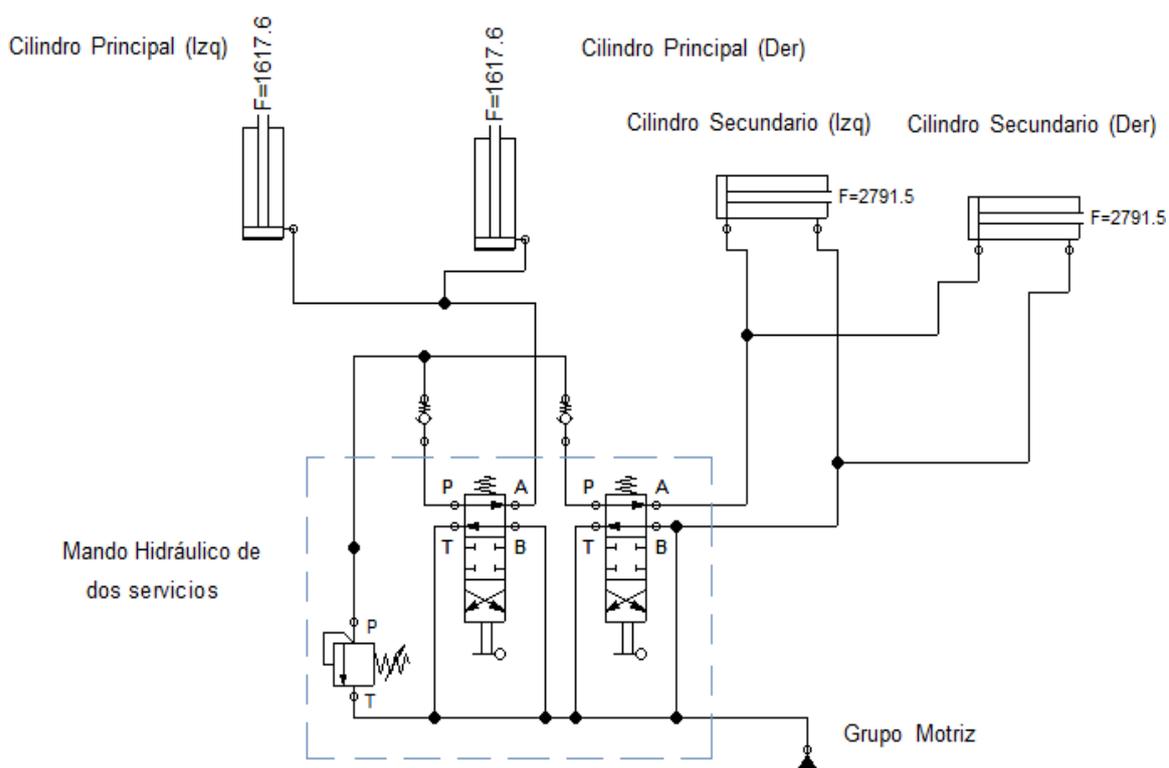


Figura 3.163 Circuito hidráulico

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.14.8 TOMA FUERZA

Para la selección del toma fuerza, Figura 3.164, es necesario determinar las siguientes consideraciones:

- Tipo de caja de cambios

- Torque



Figura 3.164 Toma fuerza

Fuente: Empresa OMFB. Hidráulica móvil. Italia. Publicado en: www.omfb.com.

Elaboración: Propia

3.14.8.1 Tipo de caja de cambios

Se requiere conocer el tipo de caja de cambios que lleva el vehículo ya que estos componentes son van acoplados directamente a esta.

Tabla 3.39 Datos del vehículo

Tipo de vehículo	Isuzu FTR
Tipo de caja	Isuzu
Año	2014
Lado de instalación	Posterior

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

3.14.8.2 Torque

Para encontrar el torque se considera los siguientes parámetros:

- Potencia de bomba a la entrada de 10.39 HP
- Las revoluciones del motor en relatin de 1000 rpm.

Del Anexo R , se aplica la EC.3.295 ⁴²

⁴² Muncie. (2010). Power take. Recuperado el 5 abril de 2015, de <http://www.munciepower.com/mpp-formulas-for-ptos-and-hydraulics/>

$$T_c = \frac{HP \times 5252}{RPM} \quad \text{EC. 3.294}$$

$$T_c = \frac{10.39 HP \times 5252}{1000 RPM} = 54.57 lb - ft \approx 73.99 Nm \quad \text{EC. 3.295}$$

3.14.8.3 Selección del toma fuerza

Con los datos obtenidos se requiere una toma fuerza que trabaje a un torque de 74 Nm, por lo que se selecciona una toma fuerza que según el catálogo OMFB (Anexo S), con las siguientes características que se muestra en la Tabla 3.40.

Tabla 3.40 Características de la toma fuerza seleccionado

DATOS	
Salida del eje	ISO 14
Tipo	Neumático
GIRO	1000 rpm
Rotación	Horario
Tipo	Neumático
Torque máx @ 1000 rpm	280 Nm

Fuente: Empresa OMFB. Hidráulica móvil. Italia. Publicado en: www.omfb.com.

Elaboración: Propia

3.14.8.4 Acople de conexión bomba – toma fuerza

Para acoplar el toma fuerza con la bomba directamente se necesita de un kit de montaje más un coupling, tipo ISO, según el catálogo OMFB (Anexo S).

3.14.8.5 Sistema neumático

Debido a que el toma fuera es de tipo neumático se requiere de un control de accionamiento de toma fuerza (Anexo T) para que funcionen de manera continua este control se instala en la cabina del vehículo, para ser manipulado por el conductor. Figura 3.165



Figura 3.165 Válvula neumática K80 para PTO

Fuente: Catálogo Buyers⁴³

Elaboración: Propia

Una vez finalizado el diseño de los diferentes elementos del prototipo, se procede a realizar los respectivos planos de taller y montaje: los mismos que se muestran en el Anexo Y.

⁴³ Buyes. (2009). Products. Recuperado el 5 abril de 2015, de <http://www.buyersproducts.com/pneumatics/>

CAPÍTULO 4 CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

En este capítulo se da a conocer cada uno de los procesos a seguir para realizar la construcción y el montaje de la plataforma hidráulica, así como también las diferentes pruebas necesarias para asegurar el óptimo funcionamiento de la misma.

4.1 CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de los diferentes elementos que conforman la plataforma se utilizan las siguientes máquinas y herramientas.

4.1.1 MÁQUINAS

- Amoladora
- Soldadora MIG
- Plasma
- Taladro manual y de columnas
- Esmeril
- Compresor, pistola para pintura

4.1.2 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- Martillo
- Sierra de arco
- Cincel
- Tiza
- Kit de llaves milimétricas y en pulgadas (8mm / 36 mm y 5/16 pulg a 1-1/2 pulg)
- Kit de llaves hexagonales en milímetros y pulgadas

- Escuadras
- Calibrador pie de rey
- Nivel
- Flexómetro

4.1.3 MATERIA PRIMA

En la Tabla 4.1, se expone la materia prima para el sistema estructural:

Tabla 4.1 Componentes hidráulicos

Ítem	Descripción	Ubicación	Dimensiones	Espesor	Cant.
			mm	mm	
1	Perfil tipo correa	Rampa extensible	150x30x20	3	6
2	Perfil tipo canal	Correderas	50x50	6	4
3	Plancha antideslizante	Rampa extensible	495	3	2
4	Plancha antideslizante	Plataforma	1045x2300	3	2
5	Perfil rectangular	Marco Plataforma	50x150	3	
6	Perfil rectangular	Marco Plataforma	50x150	4	
7	Perfil tipo correa	Columna Fija	200x200x50	6	2
8	Perfil tipo correa	Columna Móvil	170x160x35	6	2
9	Perfil tipo canal	Anclaje Principal	90x80	8	2
10	Placas de refuerzo 1	Plataforma	400x300	8	2
11	Placas de refuerzo 2	Cilindros secundarios	400x200	8	2
12	Placas de refuerzo 3	Plataforma	600x 300	3	2
13	Nylon	Columna móvil	1000 x25	6	12
14	Placas de acero	Mensula	250x100	24	6
15	Placas de acero	Soporte - Cilindro principal	120x120	22	2
16	Placas de acero	Soporte de anclaje de Cadena	160x30	18	4
17	Plancha de aluminio	Recubrimiento	1220X2440	2	2

Fuente: Empresas DIPAC, POLÍMEROS S.A. (2015). Ecuador

Elaboración: Propia

4.1.4 ELEMENTOS NORMALIZADOS

Para la utilización de los elementos normalizados se divide en dos tipos de componentes:

- Componentes hidráulicos
- Componentes industriales o varios
- Materiales consumibles

4.1.4.1 Componentes hidráulicos

Tabla 4.2 Componentes hidráulicos

Elementos Normalizados Hidráulicos		
Ítem	Descripción	Cantidad
1	Cilindros hidráulicos B30024	2
2	Cilindros hidráulicos DC25061	2
3	Toma fuerza	1
4	Kit de instalación	1
5	Coupling	1
6	Válvula de cabina con kit de instalación	1
7	Bomba de engranajes NPH UNI 105-011	1
8	Mando Hidráulico de 2 servicios/ 10 gal	1
9	Reservorio de aceite	1
10	Mangueras hidráulicas de 2 mallas 1/2, 16 mts; Manguera hidráulica de 2 mallas 1/2, 6 mts; Manguera hidráulica de retorno 3/4 malla, 1,2 mts	1
11	Acoples	1
12	Válvulas reguladora de caudal	1
13	Válvula divisora de caudal	1
14	Aceite caneca	1

Fuente: Empresas REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS; CUCASA; IMPORTADORA ANDINA (2015). Ecuador

Elaboración: Propia

4.1.4.2 Componentes industriales

Tabla 4.3 Componentes industriales

Elementos Normalizados Varios		
Ítem	Descripción	Cantidad
1	Pernos cabeza hexagonal (1/4)	120
2	Arandelas	120
3	Tuercas	120
4	Pernos 1/4 x 2 in	12
5	Tuercas de presion 1/4	12
6	Graseros ¼	12
7	Pasador tubular 5/16	8
8	Cadena B16 3metros	1
9	Pernos sujetadores de cadena	4
10	Teflón	3
11	Traba pernos Loctite	1
12	Abrazaderas metálicas	2
13	Abrazaderas de plástico	100
14	Pernos cabeza hexagonal (1/2)	8
15	Remaches	40

Fuente: Empresas CASTILLO HNOS, MAQUINARIA HENRIQUES (2015). Ecuador

Elaboración: Propia

4.1.4.3 Materiales consumibles

Tabla 4.4 Materiales consumibles

Materiales Consumibles		
Ítem	Descripción	Cant.
1	Fondo de Pintura Galones	3
2	Pintura automotriz secado rápido	2
3	Discos de corte 7 in	20
4	Discos de desbaste 7in	10
5	Alambre de soldadura ER70S-6	1
6	Tinner galón	3
7	Guaípe funda	5
8	Botella de gas C02	1
9	Brocas	10

Fuente: Empresas PINTULAC, REPRESENTACIONES NEUS (2015). Ecuador

Elaboración: Propia

4.2 HOJAS DE PROCESO

Para la construcción de la plataforma se necesita varios procedimientos, los mismos que constan en la hojas de procesos que se encuentran en el Anexo X, que ayudan a facilitar la construcción de los siguientes elementos:

- Fabricación la rampa extensible
- Fabricación de la plataforma
- Fabricación de las correderas
- Fabricación de los anclajes
- Fabricación de las columnas fijas
- Fabricación de las columnas móviles
- Fabricación de pasadores
- Fabricación del eje guía

4.2.1 ELEMENTOS A CONSTRUIR

La plataforma hidráulica tiene diferentes elementos mecánicos, por lo que se detalla en la Tabla 4.5. y sus respectivos planos en el Anexo Y.

Tabla 4.5 Elementos a construir

Ítem	Cant.	Descripción
1	2	Rampa extensible
2	1	Marco plataforma
3	2	Correderas
4	2	Anclajes principales
5	2	Columnas Fijas
6	2	Columnas Móviles
7	2	Anclajes cilindro Principal
8	2	Ménsulas para el cilindro secundario
9	4	Ménsulas para la plataforma
10	4	Anclaje para la cadena
11	2	Pasadores para plataforma
12	2	Eje guía con bocín para cadena
13	2	Bocín para el eje guía

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.3 PROCESO DE LA CONSTRUCCIÓN

Los procesos para la construcción de los elementos mecánicos se detallan a continuación:

- Adquisición de la materia prima.
- Trazado del diseño en los elemento.
- Maquinado según hojas de las hojas de procesos.
- Pulido y limpieza general
- Comprobación de las dimensiones.
- Montaje de todos los elementos.

4.4 MONTAJE

Para realizar el montaje se debe seguir según el Plano de Conjunto (Anexo Y), así como también siguiendo los pasos que se detallan en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Secuencia de montaje

PASO	ACTIVIDAD
1	Montar las columnas fijas en la infraestructura del furgón.
2	Fijar las placas de nylon sobre las columnas móviles .
3	Colocar las columnas móviles dentro de las columnas fijas.
4	Soldar los anclajes principales sobre las columnas móviles.
5	Asegurar la plataforma a los anclajes principales.
6	Anclar al cilindro principal dentro a las columnas fijas.
7	Colocar las cadenas sobre el eje guía, en donde el un extremo conecte con la columna fija y el otro con la columna móvil.
8	Anclar el cilindro secundario entre el anclaje principal y la ménsula de soporte de la plataforma.
9	Colocar las rampas extensibles en la plataforma
10	Instalar el la seguridad interna y externa para la plataforma.
11	Instalar el sistema de hidráulico
12	Instalar el sistema neumático como se explica en el Anexo U.

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.5 PRUEBAS DE CAMPO

Para realizar las pruebas de campo se requiere utilizar el formato de Protocolo de pruebas del Anexo B

Se adjunta la Figura 4.3 y Figura 4.2 que nos indica el funcionamiento del equipo junto con el vehículo a utilizarse y la Figura 4.6, Figura 4.1, Figura 4.7, Figura 4.6, Figura 4.7. que son las pruebas de campo realiza e inspeccionadas por el Director del Proyecto.



Figura 4.1 Prueba con el vehículo a utilizarse

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Figura 4.2 Furgón con un vehículo en su interior

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Figura 4.3 Verificación de medidas

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Figura 4.4 Inspección Visual

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Figura 4.5 Prueba de ascenso y descenso

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Figura 4.6 Prueba con Carga

Fuente: Propia

Elaboración: Propia



Figura 4.7 Equipo Terminado

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

4.6 MANUAL DE USUARIO

Una vez terminada la plataforma hidráulica es necesario entregar un manual de usuario al operario donde describa los procedimientos de como utilizar el equipo, así como también su respectivo mantenimiento preventivo para aumentar la vida útil de la plataforma hidráulica.

El manual de usuario se muestra en el Anexo V .

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE COSTOS

El presente capítulo es el resultado de la recopilación de toda la información técnica obtenida a través del diseño y selección de los diferentes componentes que conforman la plataforma. En la Tabla 5.1 se detallan todos los costos que se toman en cuenta para obtener el valor total de la inversión realizada para el proyecto de titulación, se tiene en cuenta que todos los costos son asumidos por la empresa SEMACAR CIA. LTDA.

Tabla 5.1 Costos totales

Ítem	Costos totales
1	Costos de materiales
2	Costos de elementos normalizados
3	Costos de fabricación
4	Costos de montaje y mano de obra
5	Costo de diseño
6	Imprevistos

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.1 COSTO DE MATERIALES

Para los costos de los materiales se toma en cuenta: la materia prima y los materiales consumibles que se utilizan para la construcción de la plataforma. (Ver Tabla 5.2)

Tabla 5.2 Materiales Consumibles

MATERIALES CONSUMIBLES				
Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
			USD	USD
1	Fondo de Pintura Galones	3	13,00	39,00
2	Pintura automotriz secado rápido	2	25,00	50,00
3	Discos de corte 7 in	20	3,80	76,00
4	Discos de desbaste 7in	10	3,60	36,00
5	Alambre de soldadura ER70S-6	1	50,00	50,00
6	Tinner galón	3	18,00	54,00
7	Guaípe funda	5	5,00	25,00
6	Botella de gas C02	1	30,00	30,00
	Brocas	10	1,31	13,10
			Subtotal (USD)	373,10
			IVA 12%	44,77
			TOTAL	417,87

Fuente: Empresas PINTULAC, REPRESENTACIONES NEUS. Ecuador

Elaboración: Propia

Tabla 5.3 Materia prima

MATERIA PRIMA							
Ítem	Descripción	Ubicación	Longitud	Dimensiones	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
			mm	mm		USD	USD
1	Plancha lisa	Rampa extensible	2440	1220x2440x3	2	60,71	121,43
2	Plancha antideslizante	Rampa extensible -Plataforma	2440	1220x2440x3	3	90,18	270,54
3	Perfil estructural rectangular	Marco de la plataforma	6000	150x50x4	2	71,43	142,86
4	Perfil estructural rectangular	Marco de la plataforma	6000	150x50x3	3	58,04	174,11
5	Plancha lisa	Columnas Fijas y Móviles	6000	1220x6000x6	1	357,14	357,14
6	Plancha lisa	Ménsulas	1000	100x1000x24	1	35,71	35,71
7	Placa de acero A36	Base de cilindro principal y anclajes de cadenas		120x120x22 160x30x18	2	60,00	120,00
8	Eje de acero A36	Eje guía	200	φ 100	1	26,79	26,79
9	Bronce fosfórico	Bocín de eje guía	100	φ 50	1	40,18	40,18
10	Eje acero AISI 1045	Pasadores	500	φ 22	1	26,79	26,79
11	Platina	Seguros	6000	19 x 3	1	17,86	17,86
12	Plancha de Aluminio	Cubierta de plataforma	2440	1220x2440x2	2	71,43	142,86
13	Plancha nylon	Columnas móviles	1000	1000X1000x6	1	178,57	178,57
						Subtotal (USD)	1654,82
						IVA 12%	198,58
						TOTAL	1853,40

Fuente: Empresas DIPAC, POLIMEROS, IVAN BOHOMAN. Ecuador

Elaboración: Propia

Tabla 5.4 Costos de materiales

COSTO DE MATERIALES	
MATERIA PRIMA	1853,4
Materiales consumibles	417,87
Total (USD)	2271,27

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.2 COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

Para realizar el costo de elementos normalizados estos se dividen en:

- Elementos normalizados hidráulicos
- Elementos normalizados industriales o varios

5.2.1 ELEMENTOS NORMALIZADOS HIDRÁULICOS

Los elementos hidráulicos que se utilizan para el sistema de elevación se describen en la Tabla 5.5

Tabla 5.5 Elementos normalizados hidráulicos

ELEMENTOS NORMALIZADOS HIDRÁULICOS				
Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Costo Total
			USD	USD
1	Cilindros hidráulicos B30024	2	350,00	700,00
2	Cilindros hidráulicos DC25061	2	800,00	1600,00
3	Toma fuerza	1	1000,98	1000,98
4	Kit de instalación	1	100,00	100,00
5	Coupling	1	30,00	30,00
6	Válvula de cabina con kit de instalación	1	60,00	60,00
7	Bomba de engranajes NPH UNI 105-011	1	600,00	600,00
8	Mando Hidráulico de 2 servicios/ 10 gal	1	334,00	334,00
9	Reservorio de aceite	1	200,00	200,00

Fuente: Empresas REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS, CUCASA, IMPORTADORA ANDINA. Ecuador

Elaboración: Propia

Tabla 5.6 Elementos normalizados hidráulicos (continuación)

Item	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Costo Total
			USD	USD
10	Mangueras hidraulicas de 2 mallas 3/4, 16 mts Manguera hidraulica de 2 mallas 1/2, 6 mts Manguera hidraulica de retorno 2 malla, 1,2 mts	1	650,00	650,00
11	Acoples	1	150,00	150,00
12	Valvulas reguladora de caudal	1	35,00	35,00
13	Valvula divisora de caudal	1	110,00	110,00
14	Aceite caneca	1	98,00	98,00
			Subtotal (USD)	5667,98
			IVA 12%	680,1576
			TOTAL	6348,1376

Fuente: Empresas REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS, CUCASA, IMPORTADORA ANDINA. Ecuador

Elaboración: Propia

5.2.2 ELEMENTOS NORMALIZADOS VARIOS

Tabla 5.7 Elementos normalizados industriales

Elementos normalizados varios				
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
			USD	USD
1	Pernos cabeza hexagonal (1/4)	120	0,25	30,00
2	Arandelas	120	0,12	14,40
3	Tuercas	120	0,18	21,60
4	Pernos 1/4 x 2 in	12	0,37	4,44
5	Tuercas de presión 1/4	12	0,25	3,00
6	Graseros 1/4	12	1,12	13,44
7	Pasador tubular 5/16	8	0,78	6,24
8	Cadena B16 3metros	1	100,00	100,00
9	Pernos sujetadores de cadena	4	30,00	120,00
10	Teflón	3	2,00	6,00
11	Traba pernos Loctite	1	4,00	4,00
12	Abrazaderas metálicas	2	1,05	2,10
13	Abrazaderas de plástico	100	0,12	12,00
14	pernos cabeza hexagonal (1/2)	8	2,75	22,00
15	Remaches	40	0,06	2,40
			Subtotal (USD)	361,62
			IVA 12%	43,39
			TOTAL	405,01

Fuente: Empresas MAQUINARIAS ENRÍQUEZ, CASTILLO HNOS. Ecuador

Elaboración: Propia

Tabla 5.8 Tabla de costos de materiales

Costos de elementos normalizados	
Elementos Hidráulicos	6348,14
Elementos Industriales	405,01
Total (USD)	6753.15

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.3 COSTO DE FABRICACIÓN

En esta sección se considera todos los costos provenientes de los distintos procesos necesarios para convertir la materia prima en diferentes elementos necesarios para realizar el montaje de la plataforma.

Tabla 5.9 Servicio de doblado

Servicio de doblado							
Ítem	Descripción	Ubicación	Dimensiones	Espesor	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
			mm	mm		USD/corte	USD
1	Perfil tipo G	Rampa extensible	150x30x20	3	24	0,36	8,64
2	Perfil tipo canal	Correderas	50x50	6	8	0,76	6,08
3	Plancha antideslizante 1	Rampa extensible	495	3	2	0,36	0,72
4	Plancha antideslizante 2	Plataforma	1045x2300	3	6	0,36	2,16
5	Perfil tipo G 1	Columna Fija	200x200x50	6	8	0,76	6,08
6	Perfil tipo G 2	Columna Móvil	170x160x35	6	8	0,76	6,08
7	Perfil tipo canal	Anclaje Principal	90x80	8	4	1,45	5,80
8	Placas de refuerzo 1	Plataforma	400x300	8	2	1,45	2,90
9	Placas de refuerzo 2	Cilindros secundarios	400x200	8	2	1,45	2,90
						Subtotal (USD)	41,36
						IVA 12%	4,96
						TOTAL	46,32

Fuente: Empresa DIPAC. Ecuador

Elaboración: Propia

Tabla 5.10 Servicio de corte

Servicio de corte							
Ítem	Descripción	Ubicación	Dimensiones	Espesor	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
			mm	mm		USD/doblado	USD
1	Perfil tipo G	Rampa extensible	150x30x20	3	7	0,32	2,24
2	Perfil tipo canal	Correderas	50x50	6	5	0,36	1,8
3	Plancha antideslizante 1	Rampa extensible	495	3	3	0,32	0,96
4	Plancha antideslizante 2	Plataforma	1045x2300	3	6	0,32	1,92
5	Perfil tipo G 2	Columna Móvil	170x160x35	6	4	0,36	1,44
6	perfil tipo canal	Anclaje Principal	90x80	8	8	0,72	5,76
7	Placas de refuerzo 1	Plataforma	400x300	8	8	0,72	5,76
8	Placas de refuerzo 2	Cilindros secundarios	400x200	8	8	0,72	5,76
9	Placas de refuerzo 3	Plataforma	600x 300	3	8	0,32	2,56
10	Tiras de nylon	Columna movil	1000 x25	6	12	1	12
						Subtotal (USD)	40,20
						IVA 12%	4,82
						TOTAL	45,02

Fuente: Empresa DIPAC. Ecuador

Elaboración: Propia

Tabla 5.11 Servicio de oxicorte

Servicio de oxicorte							
Ítem	Descripción	Ubicación	Dimensiones	Espesor	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
			mm	mm		USD/ espesor	USD
1	Ménsula s/m	Cilindros y anclajes de la plataforma	250x100	24	6	2,00	12,00
2	Placas soporte	Cilindro principal	120x120	22	2	1,75	3,50
3	Placas de soporte de anclaje	Cadena	160x30	18	4	1,65	6,60
						Subtotal (USD)	22,10
						IVA 12%	2,65
						TOTAL	24,75

Fuente: Empresa DIPAC. Ecuador

Elaboración: Propia

5.3.1 MANO DE OBRA

El costo de mano de obra se establece de acuerdo al tiempo y al grado de complejidad que con lleva una tarea, así como también el costo de hora- máquina utilizada para llevar a cabo dicha tarea. Tabla 5.12

Tabla 5.12 Mano de obra

Mano de obra - Operación					
Item	Operación	Descripción	Tiempo	Precio Unitario	Costo Total
				USD/hora	USD
1	Transporte del material	General	3	20,00	60,00
2	Torno	Pasadores y eje guía	4	8,00	32,00
3	Taladrado Columnas	Ménsulas y anclajes	3	10,00	30,00
				Subtotal (USD)	122,00
				IVA 12%	14,64
				TOTAL	136,64

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 5.13 Costos de fabricación

Costos de fabricación	
Servicio de doblado	46,32
Servicio de corte	45,02
Servicio de oxicorte	24,75
Mano de obra	136,64
TOTAL	252,73

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.4 COSTOS DE MONTAJE

Los costos por montaje están determinados por el tiempo de ensamblaje total del equipo en el furgón, además de la instalación de todos los componentes que conforman el sistema hidráulico y neumático. (Ver Tabla 5.13)

Tabla 5.14 Costos de montaje

Costo de montaje					
Ítem	Operario	Descripción	Tiempo	Precio Unitario	Costo Total
				USD/hora	USD
1	Soldador	Construcción y montaje	20	20	400
2	Ayudante	Construcción y montaje	12	8	96
3	Pintor	Todo el equipo	6	15	90
4	Instalador del sistema hidráulico neumática	Montaje de los componentes hidráulicos y neumáticos	3	100	300
5	Supervisor	Montaje	2	50	100
				Subtotal (USD)	986,00
				IVA 12%	118,32
				TOTAL	1104,32

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

Tabla 5.15 Resumen de los costos de montaje

Costo de montaje	
Montaje	1104,32
Total	1104,32

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

5.5 COSTO DE DISEÑO

Para el costo de diseño se analiza en base a un cierto porcentaje del costo del equipo una vez construido, de donde se aplica el 25 %.

5.6 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto es la suma de todos los rubros obtenidos en este capítulo mas costo diseño y el costo por imprevistos. (Ver Tabla 5.16)

Tabla 5.16 Costo total

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
COSTOS	Valor Total
Costo de materiales	2271,27
Costos de elementos normalizados	6753.15
Costos de fabricación	252,73
Costo de montaje y mano de obra	1104,32
SUBTOTAL	10381,47
Costo de Diseño 25%	2595,37
Costo por Imprevistos 3%	207,63
TOTAL	13184,47

Fuente: Propia

Elaboración: Propia

De la Tabla 5.16 se tiene que el costo total del proyecto es de 13184,47 USD.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Este tipo de sistema de elevación es complejo, razón por la cual no se tiene registros que se haya fabricado un modelo similar en nuestro país, por lo mismo, las plataformas elevadoras similares a estas tienen un elevado costo debido a su importación, a pesar de realizar el mismo trabajo que el este proyecto de titulación.
- La plataforma hidráulica diseñada en este proyecto de titulación puede competir de igual a igual con una plataforma del mismo tipo que haya sido importada, con la particularidad de que esta tiene un costo menor, casi en un 60%, haciendo que sea mucho más accesible para su compra tanto en la industria como para personas naturales que requieran de este tipo de servicios.
- El análisis de los elementos estructurales, debido a la combinación de carga que se aplica, se realiza en base a la norma ASCE Standard, la cual garantiza índices de seguridad altos, convirtiendo a la plataforma en un equipo más confiable.
- Debido a que se tiene vigas con sus dos extremos soldados formando una viga hiperestática (viga con doble empotramiento) se considera el momento remanente, el mismo que permite tratar a una viga con sus dos extremos empotrados, como una viga simplemente apoyada en donde los momentos calculados serán mayores.
- Para el determinar el análisis de cargas en las vigas propuestas, se empleó el programa SAP2000 el cual nos permitió encontrar las fuerzas y momentos máximos para el diseño de una manera eficiente y rápida.
- Los componentes hidráulicos que permiten la elevación están diseñados específicamente para requisitos de seguridad, fiabilidad y la compatibilidad al diseño estructural de la plataforma.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta que al momento de subir al vehículo de la plataforma los neumáticos del mismo deben encontrarse alineados con las rampas extensibles, esto para evitar que el vehículo pierda el equilibrio durante su elevación para no tener daños materiales costosos.
- Se recomienda brindar un mantenimiento predictivo periódico acorde al manual de usuario que se adjunta en anexo, con el objetivo de garantizar un buen funcionamiento, confiabilidad y disponibilidad del equipo, así como también, aumentar la vida útil de cada uno de los elementos que conforman la plataforma.
- Para la utilización del sistema de elevación se debe tener en cuenta que el motor del camión furgón debe estar encendido.
- Es importante desconectar el toma de fuerza una vez que termina el trabajo de la plataforma, ya que, si no lo hace podría causar danos en dicho componente.
- La plataforma debe ser instalada únicamente por personal que posea el conocimiento suficiente para entender el montaje y operación de la misma, con la utilización del equipo adecuado.
- Se establece un manual de usuario que debe ser leído y entendido antes del mantenimiento y del funcionamiento de la plataforma hidráulica ya que este permite la vida útil del equipo
- El uso inadecuado del control de posicionamiento de la plataforma puede provocar una caída de la carga provocando daños irreparables y cuantiosos.

CAPÍTULO 7 BIBLIOGRAFÍA

7.1 LIBROS

- Beer, P., Ferdinand., Russell E., Johnston, Dewolf, T., John., & Mazurek, F., David. (2006). Mecánica de Materiales (5ta. Ed.) México: McGrawHill Editorial.
- García, R. (1999). Neumática e Hidráulica. (2do Ed.). Madrid: SN Editorial
- Hibbeler, R. (2006). Mecánica de materiales (6ta. Ed.). México. Pearson Editorial.
- McCorman, C. Jack, (2002). Diseño de Estructuras de Acero Método ASD (2do Ed.). México: Alfaomega Editorial.
- McCorman, C. Jack., Csernak, Stephen, F., (2013). Diseño de Estructuras de Acero (5ta Ed.). México: Alfaomega Ediciones.
- Miravete, A., Larrrode, L. (1996). Transportadores y elevadores (1era. Ed.),. España: Reverte S.A. Editorial.
- Mott, P., Robert. (2004). Diseño de elementos de máquinas (4ta. Ed.). México: Pearson educación Editorial.
- Norton, R., Norton. (2011). Diseño de máquinas (4ta. Ed.). México: Pearson Editorial.
- Riba, C. & Romeva. (2002). Diseño Concurrente. Monterrey.
- Roldan, J., (1993). Tecnología y circuitos de aplicación, neumática, hidráulica y electricidad. (3a Ed.). España: Paraninfo Editorial
- Shigley, J., Uicker J. (2008). Diseño en ingeniería mecánica (8ta. Ed.). México: McGrawHill Editorial.
- Shigley, J., Edward. & Uicker, J., John. (2001). Teoría de máquinas y mecanismos (1era Ed.). México. McGRAW-HILL Editorial.

- Sokolov, F., Usov, P., (1971). Mecánica de industrial (1era. Ed.) Moscú. Mir Editorial.
- Yunus, A., Cengel, & Cimbala, J. (2006). Mecánica de Fluidos. (1era Ed.). México: McGraw-Hill Editorial

7.2 CATÁLOGOS, FOLLETOS Y NORMAS

- Castillo HNOS, Catálogo de productos
- Representaciones Hidráulicas (2013). Catálogo de productos. Versión 1.10
- Semacar Cía. Ltda. (2012); Catálogo de productos
- Baldeón Carlos. (2012). Ecuación para una viga continua [Apuntes]. Mecánica de Materiales II. Docente de la F.I.M. de la E.P.N.
- VARGAS Jaime. (2014); Guía de fundamentos del dibujo industrial [Resumen]. Dibujo Técnico. Carrera de Ingeniería Mecánica.
- ASME A-18.1 (2005). Safety standard for platform lifts and stairway chairlifts. New York, EE.UU.
- ANSI/AISC 360-10, Specification for Structural Steel Buildings.
- NORMA AWS D1.1 (2002). Código de soldadura en estructuras de acero. México: Sociedad americana de soldadura Ed.

7.2 MATERIALES ELECTRÓNICOS

- Buyers.(2009). Products. Recuperado el 5 abril de 2015, de <http://www.buyersproducts.com/pneumatics/>
- Deels (2010) Propiedades técnicas Recuperado 03 de marzo del 2015. De <http://www.deels.com.ar/propiedades.php>

- Donato, O., Adrian,(2007). Peso ideal. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de http://salud.bioetica.org/peso_ideal.htm
- Luna, A. (2005). Tipos de cilindros. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/21369437/TIPOS-DE-CILINDROS#scribd>
- HERCULESUS. (2010). Products. Recuperado el 3 de septiembre de 2014, de <https://www.herculesus.com/home.php?cat=51418>
- MATILSA; Curso de plataformas elevadoras, Publicado en: http://www.matilsaformacion.es/doc/curso_plataformas_elevadoras.pdf
- Muncie. (2010). Power take. Recuperado el 5 abril de 2015, de <http://www.munciepower.com/mpp-formulas-for-ptos-and-hydraulics/>
- Wikibooks (2007). Rozamiento. Recuperado 12 de marzo del 2015, de: <http://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Est%C3%A1tica/Rozamiento>
- Yuri Milachay (2009). Dinámica de fluidos. Recuperado el 15 de febrero de 2014, de <http://es.slideshare.net/kurtmilach/ecuacion-de-continuidad-y-de-bernoulli>

CAPÍTULO 8 ANEXOS

ANEXO A. CASA DE LA CALIDAD

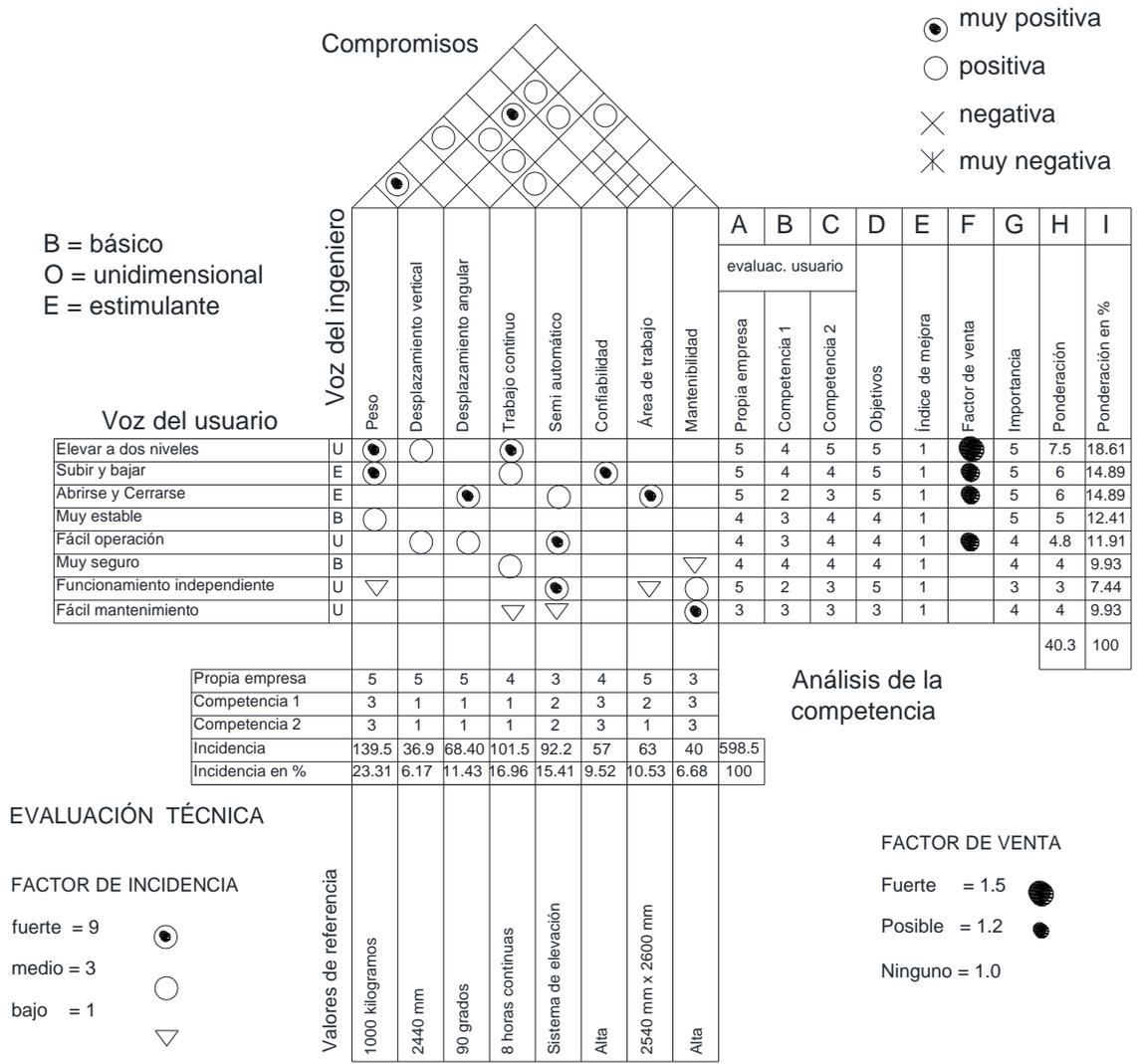


Figura 8.1 Casa de la calidad

ANEXO B. PROTOCOLO DE PRUEBAS

<p style="text-align: center;">ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p style="text-align: center;">PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA PLATAFORMA HIDRÁULICA</p>						
DATOS GENERALES						
Equipo	PLATAFORMA HIDRÁULICA PARA ELEVAR VEHÍCULOS DE HASTA 1000 KILOGRAMOS					
Director	ING. JAIME VARGAS					
Codirector	ING. MARIO GRANJA					
Lugar de la prueba						
Fecha:						
VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES						
Elemento	Parámetro	Diseño	Construcción	Aceptación		Observaciones
				SI	NO	
Plataforma	Largo					
	Ancho					
	Altura					
Rampa extensible	Largo					
	Ancho total					
	Distancia entre las rampas extensibles					
Columna fija	Largo					
	Distancia entre las dos columnas					
Columna móvil	Largo					
	Ancho					
VERIFICACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS						
Elemento	Parámetro	Vacío	Carga	Aceptación		Observaciones
				SI	NO	
Desplazamiento Vertical	Subir					
	Bajar					
Desplazamiento angular	Abrir					
	Cerrar					
VERIFICACIÓN DE FUGAS						
Elemento	Parámetro	Vacío	Carga	Aceptación		Observaciones
				SI	NO	
Conexiones de mangueras aceite	Fugas					
Cilindros hidráulicos principales	Fugas					
Cilindros hidráulicos secundarios	Fugas					
Caja de mandos	Fugas					
Conexiones de mangueras de aire	Fugas					

.../

(continuación)

VERIFICACIÓN GENERAL						
Elemento	Parámetro	Vacío	Carga	Aceptación		Observaciones
				SI	NO	
Bomba hidráulica	Presión					
Reservorio de aceite	Nivel					
Cadenas	Lubricación					
Columna móvil	Lubricación					
Poleas	Lubricación					
Anclajes de cilindros principales	Fijación					
Anclajes de cilindros secundarios	Fijación					
CONCLUSIÓN						
Equipo	SE ACEPTA			NO SE ACEPTA		
RESPONSABLES						
CARGO	OPERADOR			DIRECTOR	CODIRECTOR	
	Srta. Marjorie Cuñas			Ing. Jaime Vargas	Ing. Mario Granja	
Firma						

Figura 8.2 Protocolo de pruebas

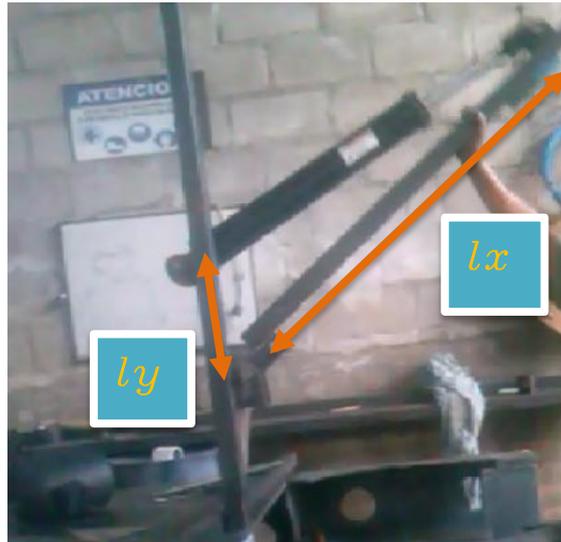
ANEXO C. PRUEBAS EXPERIMENTALES

Figura 8.3 Prueba experimental del desplazamiento angular (0 y 90°)



Figura 8.4 Prueba experimental de la plataforma cerrada

ANEXO D. DEFLEXIONES Y PENDIENTES DE VIGAS SIMPLES; JAMES GERE; MECÁNICA DE MATERIALES; APÉNDICE G; TABLA G-2.

TABLA G-2 DEFLEXIONES Y PENDIENTES DE VIGAS SIMPLES

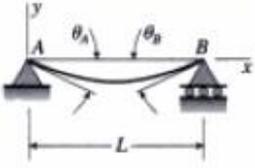
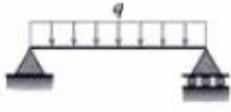
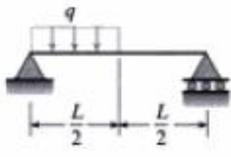
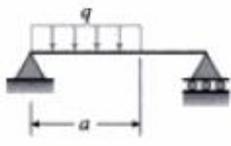
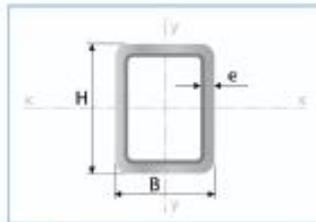
		<p>v = deflexión en la dirección y (positiva hacia arriba)</p> <p>$v' = dv/dx$ = pendiente de la curva de deflexión</p> <p>$\delta_C = -v(L/2)$ = deflexión en el punto medio C de la viga (positiva hacia abajo)</p> <p>x_1 = distancia del soporte A al punto de deflexión máxima</p> <p>$\delta_{\max} = -v_{\max}$ = deflexión máxima (positiva hacia abajo)</p> <p>$\theta_A = -v'(0)$ = ángulo de rotación en el extremo izquierdo de la viga (positivo en sentido horario)</p> <p>$\theta_B = v'(L)$ = ángulo de rotación en el extremo derecho de la viga (positivo en sentido antihorario)</p>
1		$v = -\frac{qx}{24EI}(L^3 - 2Lx^2 + x^3)$ $v' = -\frac{q}{24EI}(L^3 - 6Lx^2 - 4x^3)$ $\delta_C = \delta_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI} \quad \theta_A = \theta_B = \frac{qL^3}{24EI}$
2		$v = -\frac{qx}{384EI}(9L^3 - 24Lx^2 + 16x^3) \quad \left(0 \leq x \leq \frac{L}{2}\right)$ $v' = -\frac{q}{384EI}(9L^3 - 72Lx^2 + 64x^3) \quad \left(0 \leq x \leq \frac{L}{2}\right)$ $v = -\frac{qL}{384EI}(8x^3 - 24Lx^2 + 17L^2x - L^3) \quad \left(\frac{L}{2} \leq x \leq L\right)$ $v' = -\frac{qL}{384EI}(24x^2 - 48Lx + 17L^2) \quad \left(\frac{L}{2} \leq x \leq L\right)$ $\delta_C = \frac{5qL^4}{768EI} \quad \theta_A = \frac{3qL^3}{128EI} \quad \theta_B = \frac{7qL^3}{384EI}$
3		$v = -\frac{qx}{24LEI}(a^4 - 4a^3L + 4a^2L^2 + 2a^2x^2 - 4aLx^2 + Lx^3) \quad (0 \leq x \leq a)$ $v' = -\frac{q}{24LEI}(a^4 - 4a^3L + 4a^2L^2 + 6a^2x^2 - 12aLx^2 + 4Lx^3) \quad (0 \leq x \leq a)$ $v = -\frac{qa^2}{24LEI}(-a^2L + 4L^2x + a^2x - 6Lx^2 + 2x^3) \quad (a \leq x \leq L)$ $v' = -\frac{qa^2}{24LEI}(4L^2 + a^2 - 12Lx + 6x^2) \quad (a \leq x \leq L)$ $\theta_A = \frac{qa^2}{24LEI}(2L - a)^2 \quad \theta_B = \frac{qa^2}{24LEI}(2L^2 - a^2)$

Figura 8.5 Deflexión y pendientes de las vigas

ANEXO E PERFIL ESTRUCTURAL ACERO ASTM A500



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Norma de Calidad:
ASTM A 500 Gr. A, B o C
Norma de Fabricación:
NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,50 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones, espesores y
largos previa consulta

- > Aplicaciones
- Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos.
 - Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques.
 - Señalización y vialidad: soportes.
 - Construcción en general.



Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas							
			Eje x-x			Eje y-y				
B	H	e	A	P	I	W	I	I	W	I
mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
20	40	1,50	1,65	1,30	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
		2,00	2,14	1,68	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
		3,00	3,91	3,07	12,90	5,08	1,75	4,12	3,26	0,99
25	50	1,50	2,10	1,65	7,65	3,02	0,82	2,50	2,02	1,05
		2,00	2,74	2,15	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
		3,00	3,91	3,07	12,90	5,08	1,75	4,12	3,26	0,99
30	50	1,50	2,25	1,77	7,53	3,01	1,83	3,41	2,27	1,23
		2,00	2,84	2,31	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
		3,00	4,21	3,30	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
40	60	1,50	2,85	2,24	14,40	4,79	2,26	7,71	3,85	1,65
		2,00	3,74	2,93	18,39	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
		3,00	5,41	4,25	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,50	2,85	2,24	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
		2,00	3,74	2,93	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
		3,00	5,41	4,25	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	2,00	4,54	3,56	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
		3,00	6,61	5,19	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
		4,00	8,55	6,71	53,20	17,78	2,82	10,80	11,50	1,18
50	100	2,00	5,74	4,50	73,63	14,50	3,68	25,46	10,03	2,15
		3,00	8,41	6,80	113,57	22,29	3,61	38,40	15,08	2,10
		4,00	10,95	8,59	140,19	27,53	3,56	47,01	18,52	2,06
50	150	2,00	7,74	6,07	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
		3,00	11,41	8,96	317,82	41,79	5,21	56,16	22,12	2,18
		4,00	14,95	11,73	397,70	52,27	5,13	69,06	27,20	2,14
75	175	3,00	18,36	14,41	455,54	60,74	4,98	77,40	30,96	2,05
		4,00	27,63	21,89	1.006,41	115,02	6,03	262,93	70,11	3,08
		5,00	23,36	18,33	867,95	99,19	6,10	228,85	61,02	3,13
100	150	3,00	14,41	11,31	481,00	61,47	5,65	248,00	49,60	4,15
		4,00	18,95	14,87	619,84	81,28	5,69	331,14	65,22	4,17
		5,00	23,36	18,33	719,00	95,90	5,55	384,00	76,80	4,04
200	70	3,00	15,61	12,25	749,65	214,19	6,93	145,09	14,51	0,96
		4,00	20,55	16,13	968,54	96,85	6,87	185,17	52,91	3,00
		5,00	25,36	19,90	1.172,89	117,29	6,80	221,55	63,30	2,96
6,00	30,03	23,58	1.362,69	136,27	6,74	254,26	72,65	2,91		

Figura 8.6 Perfiles estructurales rectangulares

ANEXO F MOMENTO DE INERCIA; SHIGLEY; DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA; PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES.

Parte 1 Propiedades de las secciones

A = área

G = ubicación del centroide

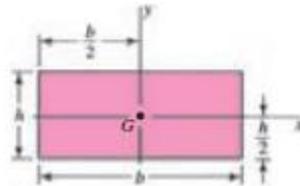
$I_x = \int x^2 dA$ = segundo momento de área respecto al eje x

$I_{xy} = \int xy dA$ = momento mixto de área respecto a los ejes x y y

$J_G = \int r^2 dA = \int (x^2 + y^2) dA = I_x + I_y$
= segundo momento polar de área respecto al eje que pase por G

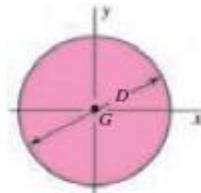
$k_x^2 = I_x/A$ = radio de giro al cuadrado respecto al eje x

Rectángulo



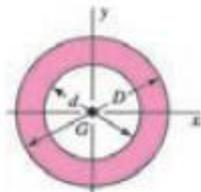
$$A = bh \quad I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = 0$$

Círculo



$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64} \quad I_{xy} = 0$$

Corona circular



$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad I_x = I_y = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) \quad I_{xy} = 0$$

Figura 8.7 Momentos de inercia

ANEXO G ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL ACERO AISI-SAE 1045

ACERO AISI-SAE 1045 (UNS G10450)

1. Descripción: es un acero utilizado cuando la resistencia y dureza son necesarios en condición de suministro. Este acero medio carbono puede ser forjado con martillo. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 163 HB (84 HRb)
 Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI)
 Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI)
 Elongación 16% (en 50 mm)
 Reducción de área (40%)
 Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
 Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.43 – 0.50 % C
 0.60 – 0.90 % Mn
 0.04 % P máx
 0.05 % S máx

6. Usos: los usos principales para este acero es piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches.

7. Tratamientos térmicos: se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C

NOTA:
 Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

Figura 8.8 Especificaciones del acero AISI 1045

ANEXO H FÓRMULA DEL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO DEBIDO A FLEXIÓN; SHIGLEY; DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA; TABLA 3-2

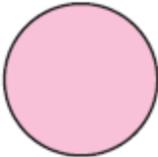
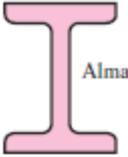
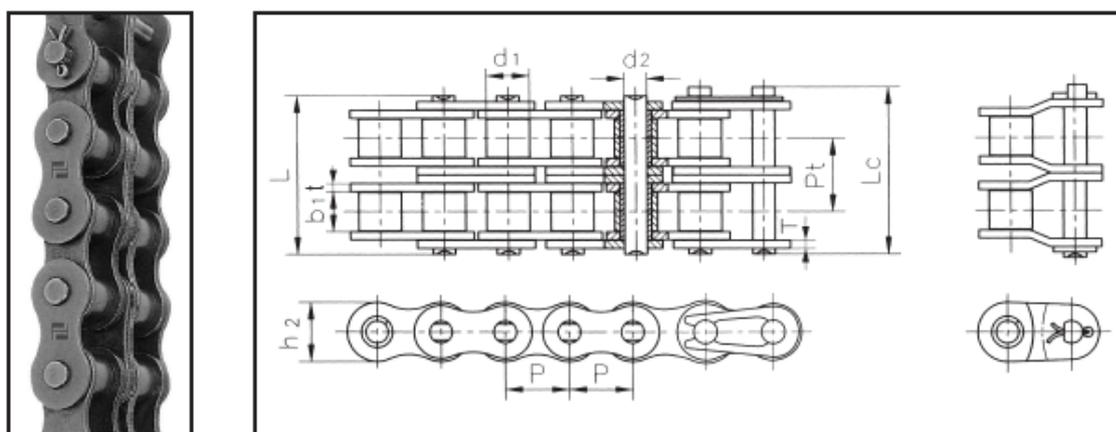
Forma de la viga	Fórmula	Forma de la viga	Fórmula
 Rectangular	$\tau_{\text{máx}} = \frac{3V}{2A}$	 Circular hueca con pared delgada	$\tau_{\text{máx}} = \frac{2V}{A}$
 Circular	$\tau_{\text{máx}} = \frac{4V}{3A}$	 Alma Viga I estructural (con pared delgada)	$\tau_{\text{máx}} = \frac{V}{A_{\text{Alma}}}$

Figura 8.9 Esfuerzo cortante

ANEXO I CADENA DE RODAMIENTOS; CATÁLOGO DE TRANSLINK

CADENAS CON RODILLOS DE PRECISIÓN PARA TRANSMISIÓN CON PASOS CORTOS (SERIE ISO) SHORT PITCH TRANSMISSION PRECISION ROLLER CHAINS (ISO SERIES) CHAÎNES À ROULEAUX DE PRÉCISION POUR TRANSMISSION À PAS COURTS (SÉRIE ISO)

Cadena con rodillos dobles
Double strand roller chains
Chaînes à rouleaux doubles



DIN ISO Nº Cadena	Paso	Díametro del rodillo	Longitud entre las placas interiores	Díametro del pasador	Longitud del pasador	Profundidad de la placa interior	Paso transversal	Resistencia max. a la tracción	Resistencia media a la tracción	Peso por metro	
DIN ISO Chain No.	Pitch	Roller diameter	Width between inner plates	Pin diameter	Pin length	Inner plate depth	Transverse pitch	Ultimate tensile strength	Average tensile strength	Weight per meter	
Nº de chaîne DIN ISO	Pas	Diamètre du rouleau	Largeur entre les plaques intérieures	Diamètre de la goupille	Longueur de la goupille	Profondeur de la plaque intérieure	Pas transversal	Résistance maximum à la traction	Résistance moyenne à la traction	Poids par mètre	
	P mm	d1 max mm	b1 min mm	d2 max mm	L max mm	Lc max mm	h2 max mm	Pt mm	Q min kN	Qo kN	q kg/m
05B-2	8,00	5,00	3,00	2,31	13,90	14,50	7,10	5,64	7,80	10,20	0,33
*06B-2	9,525	6,35	5,72	3,28	23,40	24,40	8,20	10,24	16,90	17,90	0,77
08B-2	12,70	8,51	7,75	4,45	31,20	32,20	11,80	13,92	32,00	37,40	1,34
10B-2	15,875	10,16	9,65	5,08	36,10	37,50	14,70	16,59	44,50	54,20	1,84
12B-2	19,05	12,07	11,68	5,72	42,00	43,60	16,00	19,46	57,80	65,70	2,31
16B-2	25,40	15,88	17,02	8,28	68,00	69,30	21,00	31,88	106,00	124,50	5,42
20B-2	31,75	19,05	19,56	10,19	77,80	81,50	26,40	36,45	170,00	210,00	7,20
24B-2	38,10	25,40	25,40	14,63	101,70	106,20	33,20	48,36	280,00	304,50	13,40
28B-2	44,45	27,94	30,99	15,90	124,60	129,10	36,70	59,56	360,00	385,20	16,60
32B-2	50,80	29,21	30,99	17,81	124,60	129,60	42,00	58,55	450,00	477,00	21,00
40B-2	63,50	39,37	38,10	22,89	154,50	161,50	52,96	72,29	630,00	667,80	32,00
48B-2	76,20	48,26	45,72	29,24	190,40	198,20	63,80	91,21	1000,00	1060,00	50,00

Figura 8.10 Cadena de con rodillos de precisión

ANEXO J PROPIEDADES DEL ALAMBRE TUBULAR AWS ER70S-6 Y TABLA DE REGULACIÓN PROCESO MIG; CATÁLOGO DE INDURA

Alambre **MIG/MAG** de INDURA AWS ER 70S-6 / ER 48S-6

Composición química típica del alambre

	INDURA	Especif. AWS
Carbón	0,09%	0,06/0,15
Manganeso	1,45%	1,40/1,85
Silicio	0,95%	0,80/1,15
Fósforo	< 0,02%	0,025 máx.
Azufre	< 0,02%	0,035 máx.

Propiedades mecánicas típicas (AWS: A5, 18-01)

	Medida	Alambre INDURA gas aplicado 100% CO ₂	Alambre INDURA gas aplicado 75% Ar - 25% CO ₂	Alambre INDURA gas aplicado 80% Ar - 20%CO ₂	Especif. AWS gas aplicado 100% CO ₂
Resist.tracción	MPa	520	535	530	480
Resist. fluencia	MPa	440	450	450	400
Alargamiento	% en 50 mm	28%	31%	32,8%	22% min.
Charpy-V -20°C	Joules	50,2	54,0	56,4	27 min.

Tabla de regulación Sistema MIG

Díámetro (mm)	Entrega de material (mm)	Corriente (Amps)	Voltaje (Volts)	Velocidad alambre (m/min)	Flujo gas (l/min)
0,8	0,6	30 - 50	16 - 17	1,3 - 1,8	8 - 10
	0,8	35 - 60	16 - 17,5	1,3 - 2,0	8 - 11
	0,9	40 - 70	17 - 18	1,5 - 3,0	9 - 11
0,9	1,3	70 - 90	18 - 19	3,0 - 3,6	10 - 12
	1,6	80 - 110	19 - 20	3,3 - 3,8	11 - 13
	2,0	120 - 130	20 - 21	3,6 - 4,1	11 - 14
1,2	3,2	120 - 180	20 - 22	4,6 - 6,1	11 - 16
	4,7	160 - 180	21 - 22	5,1 - 6,1	14 - 17
	6,4	190 - 200	22 - 23	6,4 - 7,1	14 - 17
	7,9	200 - 210	23 - 24	7,0 - 7,4	14 - 17
	9,4	220 - 250	24 - 25	7,5 - 8,9	14 - 17
1,6	12,7	240 - 260	28 - 29	8,4 - 9,5	14 - 17
	19,0	280 - 300	30 - 32	4,6 - 5,1	17 - 19

Figura 8.11 Propiedades del alambre tubular ER70S-6

ANEXO K PROPIEDADES FLEXIONANTES DE LAS SOLDADURAS DE FILETE; SHIGLEY; DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA; TABLA 9-2

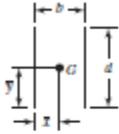
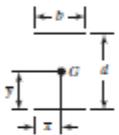
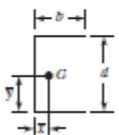
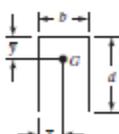
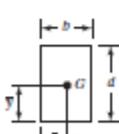
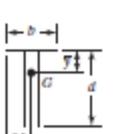
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0.707hd$	$x = 0$ $y = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$x = b/2$ $y = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$x = b/2$ $y = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$x = \frac{b^2}{2b + d}$ $y = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$x = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$x = b/2$ $y = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$x = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$

Figura 8.12 Propiedades flexionantes de la soldadura de filete

ANEXO L EJES CROMADOS Y TUBOS HONEADOS; CATÁLOGO DE REPRESENTACIONES HIDRÁULICAS; SECCIÓN COMPONENTES DE HIDRÁULICA INDUSTRIAL; PÁG.16



EJES CROMADOS Y TUBOS HONEADOS

Importamos y proveemos ejes cromados y tubos honeados (AMERICANOS), en diversas medidas para la construcción y reparación de cilindros hidráulicos.



EJES CROMADOS	
PULGADAS	MILÍMETROS
3/4	20
7/8	25
1	28
1 1/8	30
1 1/4	35
1 1/2	36
1 3/4	40
1 7/8	42
2	45
2 1/8	50
2 1/4	55
2 3/8	56
2 1/2	60
2 3/4	65
3	70
3 1/2	75
4	80
4 1/2	85
	100
	110

Barra de Acero SAE 1045
Tolerancias Dimensionales:
Diámetro: $\pm 1/2$ de la tolerancia $\pm 1/2$ - Rectitud:
mejor que 0.5 / 2000 mm
Características del recubrimiento de cromo duro (COP-HCP):
Espesor: 25 μm \pm 5 μm - Dureza superficial: 850 a 1100
HV - Rugosidad: 0.2 μm Ra máx.

TUBOS HONEADOS	
DIÁMETRO INTERNO	DIÁMETRO INTERNO
1 3/4	50
2	60
2 1/2	65
2 3/4	70
3	75
3 1/4	80
3 1/2	85
3 3/4	90
4	95
4 1/4	100
4 1/2	110
4 3/4	115
5	120
5 1/4	125
5 1/2	130
6	135
6 1/2	140
7	160
8	200
PULGADAS	MILÍMETROS

Tubos sin costura de acero JIS S45C
Características:
Diámetro interior: H7 - H8
Rugosidad interna: Ra 0.2 μm - Ra 0.8 μm

Figura 8.13 Ejes cromados y tubos honeados

ANEXO M CILINDRO HIDRÁULICO SECUNDARIO; CATÁLOGO PRINCE HYDRAYLIC; SECCIÓN 3-7

CYLINDERS AND ACCESSORIES

FEATURES:

- Honed tubing
- Heavy duty, high strength tie-rods
- Induction hardened piston rods plated with RoyalPlate Plus® (piston rods on 2" bore not hardened)
- Ductile iron piston, butt, gland & clevis
- Urethane u-cup & metal encased wiper 2 1/2" bore & larger models
- Crown seal on piston
- Pins & cotter pins (Hardened pins on 4", 4 1/2" & 5" models)
- Standard color is gloss black
- Stroke control may be installed on 8" strokes (2" - 3.5" bore, A models only)
- Side ports available on request
- Nylon bearing ring on 4", 4 1/2" & 5" bore models
- 3000 PSI continuous operating pressure

2 INCH BORE CYLINDERS

New Standard Model No.	Old Standard Model No. 2500 PSI / 3000 PSI	Stroke	Wt	Column Load (lbs)	Retract	Tare Dist. (H)	Standard Dimensions of 2 Inch Bore Cylinders
B200040ABAAA07B	none /SAE-32004	4"	17	9425 lbs	14 1/4	3 1/2	Note: 1 1/8" rod diameter Outside Sq. Dim. Butt - 2.875, Gland 2.875 A 3/16" cylinder tube wall thickness B, C SAE 3/4 -16 extend & retract ports D 1.015" clevis pin hole size E, F 1 3/16" base clevis throat depth with 2 3/16" from pin center to port center G 1 13/16" rod clevis throat depth J 1.06" min. distance between ears at pin center line K 1 1/8" base clevis ear radius L 1 1/8" rod clevis ear radius M 1 1/2" - 12 UNF-3 piston rod clevis thread size N 7/8" piston width O 2 3/16" gland width
B200060ABAAA07B	none /SAE-32006	6"	19	9425 lbs	16 1/4	3 1/2	
A200080ABAAA07B	none /SAE-32008	8"	21	9425 lbs	20 1/4	5 1/2	
B200100ABAAA07B	none /SAE-32010	10"	22	9425 lbs	20 1/4	3 1/2	
B200120ABAAA07B	SAE-9012 /SAE-32012	12"	23	9425 lbs	22 1/4	3 1/2	
B200140ABAAA07B	SAE-9014 /SAE-32014	14"	25	9425 lbs	24 1/4	3 1/2	
A200160ABAAA07B	SAE-9016 /SAE-32016	16"	28	7630 lbs	31 1/2	8 3/4	
B200180ABAAA07B	SAE-9018 /SAE-32018	18"	28	9200 lbs	28 1/4	3 1/2	
B200200ABAAA07B	SAE-9020 /SAE-32020	20"	30	7760 lbs	30 1/4	3 1/2	
B200240ABAAA07B	SAE-9024 /SAE-32024	24"	33	5730 lbs	34 1/4	3 1/2	
B200300ABAAA07B	SAE-9030 /SAE-32030	30"	37	3910 lbs	40 1/4	3 1/2	

3 INCH BORE CYLINDERS

New Standard Model No.	Old Standard Model No. 2500 PSI / 3000 PSI	Stroke	Wt	Column Load (lbs)	Retract	Tare Dist. (H)	Standard Dimensions of 3 Inch Bore Cylinders
B300060ABAAA07B	none /SAE-33006	6"	26	21210 lbs	16 1/4	3 3/4	Note: 1 3/8" rod diameter Outside Sq. Dim. Butt - 3.875, Gland 3.875 A 3/16" cylinder tube wall thickness B, C SAE 3/4 -16 extend & retract ports D 1.015" clevis pin hole size E, F 1 1/8" base clevis throat depth with 2 1/8" from pin center to port center G 1 13/16" rod clevis throat depth J 1.06" min. distance between ears at pin center line K 1 1/8" base clevis ear radius L 1 1/8" rod clevis ear radius M 1 1/2" - 12 UNF-3 piston rod clevis thread size N 1" piston width O 1 15/16" gland width
A300080ABAAA07B	SAE-9208 /SAE-33008	8"	29	21210 lbs	20 1/4	5 3/4	
B300100ABAAA07B	SAE-9210 /SAE-33010	10"	30	21210 lbs	20 1/4	3 3/4	
B300120ABAAA07B	SAE-9212 /SAE-33012	12"	33	21210 lbs	22 1/4	3 3/4	
B300140ABAAA07B	SAE-9214 /SAE-33014	14"	35	21210 lbs	24 1/4	3 3/4	
A300160ABAAA07B	SAE-9216 /SAE-33016	16"	40	16730 lbs	31 1/2	9	
B300180ABAAA07B	SAE-9218 /SAE-33018	18"	40	20120 lbs	28 1/4	3 3/4	
B300200ABAAA07B	SAE-9220 /SAE-33020	20"	42	17010 lbs	30 1/4	3 3/4	
B300240ABAAA07B	SAE-9224 /SAE-33024	24"	47	12620 lbs	34 1/4	3 3/4	
B300300ABAAA07B	SAE-9230 /SAE-33030	30"	54	8640 lbs	40 1/4	3 3/4	
B300360ABAAA07B	SAE-9236 /SAE-33036	36"	61	6290 lbs	46 1/4	3 3/4	
B300480ABAAA07B	SAE-9248 /SAE-33048	48"	75	3760 lbs	58 1/4	3 3/4	

Figura 8.14 Cilindro secundario B300240ABAAA07B

ANEXO N BOMBA HIDRÁULICA; CATÁLOGO DE OMBF; SECCIÓN TOMA DE FUERZA.

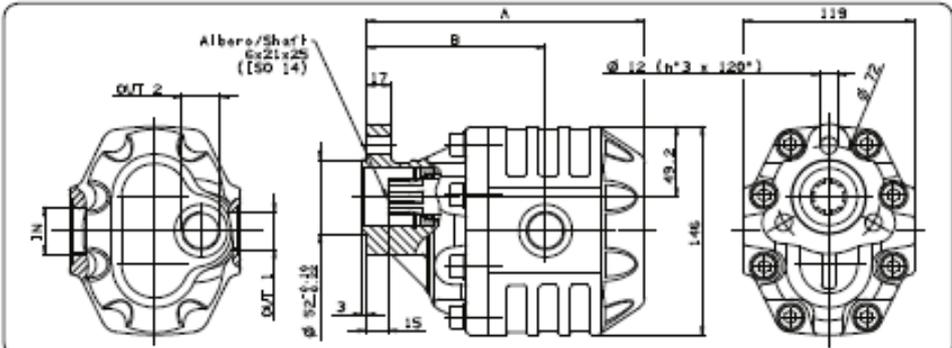
**POMPE AD INGRANAGGI
FISSAGGIO 3 FORI-UNI**
3 HOLES-UNI HYDRAULIC GEAR PUMPS

CODICE FAMIGLIA
FAMILY CODE **105-011**

NPH UNI



Fluido idraulico Fluid	Minerale o sintetico compatibile con guarnizioni: Mineral or synthetic compatible with the following seals: NBR, FKM, FPM, Nylon				
Viscosità cinematica consigliata Kinematic viscosity suggested	T media ambiente (°C) Average ambient temp. (°C)	< -10	-10÷10	10÷35	> 35
	VG (cSt = mm²/s)	22	32	46	68
Viscosità cinematica ottimale di esercizio Optimale kinematic viscosity		VG= 10 cSt ÷ 100 cSt			
Viscosità cinematica max consentita all'avviamento Max kinematic viscosity suggested at the start-up		VG= 750 cSt			
Indice di viscosità consigliato Viscosity index suggested	VI > 100	Temperatura di esercizio Working temperature -15°C +100°C			
Grado di filtrazione Oil filtering		> 200 bar: 10 µm < 200 bar: 25 µm			
Pressione di aspirazione Inlet pressure		-0,3 ÷ 2 bar			
Senso di rotazione Pump rotation		Unidirezionale (DX o SX) Unidirectional (Right or Left)			



Tipo pompa Pump type	Rotazione Rotation		IN	OUT 1	OUT 2	A	B	Peso Weight
	Destra Right	Sinistra Left						
NPH-17	105-011-00175	105-011-00184	ISO 228	ISO 228	ISO 228	mm	mm	Kg
NPH-22	105-011-00228	105-011-00237	G 1/2	G 1/2		152.5	103.5	8.5
						156	105.5	9
NPH-27	105-011-00273	105-011-00282	G 3/4	G 3/4		158.5	108	9.5
NPH-34	105-011-00344	105-011-00353				163.5	109	10.5
NPH-43	105-011-00433	105-011-00442	G 1	G 3/4		169.5	114	11
NPH-51	105-011-00513	105-011-00522				174.5	114.5	11.5
NPH-61	105-011-00611	105-011-00620	G 1	G 3/4		180.5	120.5	12
NPH-73	105-011-00737	105-011-00746				188.5	119.5	12.5
NPH-82	105-011-00826	105-011-00835	G 1 1/4	G 1		193.5	124.5	13
NPH-90	105-011-00906	105-011-00915				204.5	132.5	13.5
NPH-100	105-011-01003	105-011-01012	G 1 1/4	G 1	G 3/4	210.5	138.5	14
NPH-125	105-011-01254	105-011-01263				226.5	142.5	16



pag. 15
O.M.F.B. S.p.A. Hydraulic Components
We reserve the right to make any changes without notice.
Reproduction without permission is prohibited.
Via Carlo 119 22050 Pievevalle (Brescia) Italy Tel. +39 030 9630211
Fax +39 030 963021020 Internet: www.omfb.it email: info@omfb.it

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001/2000 =

Figura 8.15 Bomba hidráulica

**ANEXO O RESERVORIO DE ACEITE; CATÁLOGO DE REPRESENTACIONES
HIDRÁULICAS; SECCIÓN DE COMPONENTES DE HIDRÁULICA MÓVIL;
PÁG.8**



COMPONENTES HIDRÁULICA MÓVIL

TANQUES HIDRÁULICOS

Una gran variedad de formas y tamaños,
para adaptarse a cualquier vehículo.



MODELO	CAP.	ESPECIFICACIONES
TANQUE - TG50	50 GL	DE POLIETILENO
TANQUE -TG25	25 GL	DE ACERO
TANQUE-TG10	10 GL	DE ACERO

MARCA: 

Figura 8.16 Reservorio de aceite

**ANEXO P MANDO HIDRÁULICO DE DOS SERVICIOS; CATÁLOGO
WOLVERINE; SECCIÓN VÁLVULAS MB.**



V A L V E S

Mono-Block Directional Control Valves



FEATURES:

- 1-6 spool mono-block
- 3500 PSI rating
- #8 SAE O-ring in/out Ports
- #8 SAE O-ring work ports
- Interchangeable motor spool
- Load check
- Adjustable relief
- Enclosed handle design
- Open center – field convertible to power beyond and closed center
- Low spool leakage (3 cc/min @ 1500 PSI)
- Hardened steel spools

MB Mono-Block Directional Control Valve Assemblies

VALVE MODEL NO.	NO. OF SPOOLS	SPOOL TYPE, ACTION	WEIGHT (POUNDS)	LIST PRICE
MB11B5C1	1	4 WAY 3 POSITION, SPRING CENTER TO NEUTRAL, ALL SPOOLS	6.9	146.30
MB11C5C1	1	4 WAY 3 POSITION MOTOR, 3 POSITION DETENT, ALL SPOOLS	7.2	184.15
MB11G5C1	1	4 WAY 4 POSITION FLOAT, SPRING CENTER W/FLOAT DETENT	7.2	305.00
MB21BB5C1	2	4 WAY 3 POSITION, SPRING CENTER TO NEUTRAL, ALL SPOOLS	9.7	231.70
MB21GB5C1	2	4 WAY 4 POSITION FLOAT, SPRING CENTER W/FLOAT DETENT, 1 ST SPOOL 4 WAY 3 POSITION, SPRING CENTER TO NEUTRAL, 2 ND SPOOL	10.2	378.05
MB31BBB5C1	3	4 WAY 3 POSITION, SPRING CENTER TO NEUTRAL, ALL SPOOLS	12.8	365.85
MB41BBB5C1	4	4 WAY 3 POSITION, SPRING CENTER TO NEUTRAL, ALL SPOOLS	16.1	421.90
MB51BBB5C1	5	4 WAY 3 POSITION, SPRING CENTER TO NEUTRAL, ALL SPOOLS	19.2	516.55
MB61BBB5C1	6	4 WAY 3 POSITION, SPRING CENTER TO NEUTRAL, ALL SPOOLS	22.2	611.60

Figura 8.17 Mando hidráulico

ANEXO Q MANGUERAS HIDRÁULICAS; CATÁLOGO DE GATES

Manguera con espirales de acero SAE 100 R15

 Hidráulica
M041

N° Código	Diámetro interior manguera		Número de la medida	Presión de trabajo		Presión mínima de rotura		Cambio longitud (%) bajo presión	Ø exterior manguera (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)
	pulgadas	milímetros		Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Kg/cm ²	Lb/pulg ²			
06-G6K	3/8"	9,5	6	422	6000	1687	24000	+2, -4	20,3	127
08-G6K	1/2"	12,7	8	422	6000	1687	24000	+2, -4	24,1	178
10-G6K	5/8"	15,9	10	422	6000	1687	24000	+2, -4	27,7	203
12-G6K	3/4"	19,1	12	422	6000	1687	24000	+2, -4	31,5	241
16-G6K	1"	25,4	16	422	6000	1687	24000	+2, -4	38,9	305
20-G6K	1-1/4"	31,8	20	422	6000	1687	24000	+2, -4	50,0	419
24-G6K	1-1/2"	38,1	24	422	6000	1687	24000	+2, -4	57,4	508

RECOMENDADA PARA: Mandos hidráulicos de extremadamente alta presión donde circulan aceites. Tiene un muy buen comportamiento ante aplicaciones dinámicas. Cumple con la clasificación SAE 100 R15 de la norma SAE J517, la EN 856 4SP en los diámetros 3/8", 1/2", 5/8" y 3/4" y con la EN 856 4SH en los diámetros 3/4", 1", 1-1/4" y 1-1/2".

TUBO: De goma sintética negra (Neoprene tipo "A"), resistente a los aceites y fluidos hidráulicos.

REFUERZO: Cuatro capas de alambre de acero dispuesto helicoidalmente para los diámetros de 3/4" a 1". Los diámetros 1-1/4" y 1-1/2" poseen 6 capas de este refuerzo.

COBERTURA: De goma sintética negra (Neoprene tipo "A") resistente al aceite, a la abrasión, al envejecimiento provocado por el sol y los cambios climáticos y a las llamas directas (flame resistant).

LIMITES DE TEMPERATURA: -40° C a 121° C.

CONEXIONES: Prensadas. Consultar por detalles de preparación de la manguera previo al armado.

Figura 8.18 Mangueras hidráulicas

ANEXO R ECUACIONES PARA HIDRÁULICA MÓVIL; CATÁLOGO DE MUNCIE

FORMULAS FOR CALCULATOR USE

TO SOLVE FOR:	CALCULATOR ENTRY:
PTO OUTPUT SPEED	PTO RPM = ENGINE RPM x PTO%
REQUIRED ENGINE SPEED	ENGINE RPM = DESIRED PTO RPM ÷ PTO%
HORSEPOWER	HP = T X RPM ÷ 2552
TORQUE	T = HP X 5252 ÷ RPM
AREA OF A CIRCLE	$A = \pi r^2$ or $A = d^2 \times .7854$
VOLUME OF A CYLINDER	$V = \pi r^2 \times L \div 231$
or	$d^2 \times .7854 \times L \div 231$
FORCE OF A CYLINDER	F = A x PSI
CYLINDER EXTENSION (Inches/second)	EXT. RATE = GPM x 4.9 ÷ d ²
CYLINDER EXTENSION (time to extend)	EXT. TIME = CYL. VOLUME x .26 ÷ GPM
VOLUME OF A RESERVOIR (rectangular)	VOL = L x W x D ÷ 231
VOLUME OF A RESERVOIR (round)	VOL = $\pi r^2 \times L \div 231$
or	$d^2 \times .7854 \times L \div 231$
PUMP OUTPUT HORSEPOWER	HP = GPM x PSI ÷ 1714
PUMP INPUT HORSEPOWER	HP = GPM x PSI ÷ 1714 ÷ E
PUMP INPUT TORQUE (ft.lb.)	T = CID x PSI ÷ 24π
PUMP OUTPUT FLOW	GPM = CIR x RPM ÷ 231 x E
PUMP INPUT SPEED	RPM = GPM x 231 ÷ CIR ÷ E
DISPLACEMENT OF PUMP	CIR = GPM x 231 ÷ RPM ÷ E
FLOW IN GPM USING PTO	GPM = ENGINE RPM x PTO% x CIR ÷ 231 x E
VELOCITY OF OIL	V = GPM x .3208 ÷ A
PRESSURE DROP THRU AN ORIFICE	$\Delta P = .025 \times GPM^2 \div d^5$
HEAT RISE IN DEGREES F	$\Delta F = HP \times 746 \times \text{Inefficiency} \times \text{Minutes} \div \text{Gallons In system} \div 60$

NOTES:

- T = Torque (ft. lb.)
- A = Area of circle (sq.in.)
- F = Force
- d = diameter
- r = radius
- π = 3.1416 (pi)
- L = Length (Inches)
- W = Width (Inches)
- D = Depth (Inches)
- VOL = Volume
- E = Efficiency
- CIR = Cubic Inches/Revolution
- V = Velocity
- 1 GAL = 231 cu in

NOTE: The following hydraulic motor formulas are calculated in inch pounds (in.lb.) rather than foot pounds. To convert to ft.lb. divide by 12.

MOTOR OUTPUT TORQUE:

CONTINUOUS	Tc = GPM x PSI x 36.77 ÷ RPM
or	Tc = CID x PSI ÷ 2 π
or	Tc = HP x 63025 ÷ RPM
STARTING	Ts = Tc x 1.3
ACCELERATING	Ta = Tc x 1.1
MOTOR WORKING PRESSURE	T x 2 π ÷ CIR ÷ E
MOTOR RPM	RPM = GPM x 231 ÷ CIR

CONVERSION CHART			
<i>From English Units (US) to Système International (METRIC)</i>			
FROM	TO	MULTIPLY BY	or DIVIDE BY
CU.in. (in ³).....	CC (cm ³)	16.39	0.06102
CU.in. (in ³).....	LITERS	0.01639	61.02
POUNDS FEET	NEWTON METERS (Nm)	1.356	0.7376
GALLONS (U.S.)	LITERS	3.785	0.2642
HORSEPOWER	BTU	2545.0	0.00093
HORSEPOWER	WATTS	745.7	0.001341
HORSEPOWER	KW	0.7457	1.341
PSI (Pounds/in ²)	BAR	0.06895	14.5
PSI (Pounds/in ²)	KILOPASCAL (KPa)	6895.0	0.000145
POUND	KILOGRAM	0.4536	2.2046
INCH	MILLIMETER (MM)	25.4	0.03937
MILE	KILOMETER (KM)	1.6093	0.6214

CALL MUNCIE POWER PRODUCTS AT 1-800-367-7867

Figura 8.19 Formulario de hidráulica móvil

ANEXO T VÁLVULA NEUMÁTICA K80, CATÁLOGO DE BUYERS PRODUCTS COMPANY

Representaciones Hidráulicas COMPONENTES HIDRÁULICA MÓVIL

CONTROL DE LEVANTAMIENTO DE DOS FUNCIONES

MODELO	DESCRIPCIÓN
K90	Válvula automática para el accionamiento del PTO y Bomba hidráulica
K80	Válvula de accionamiento de PTO / TDF

MARCA: 



Figura 8.21 Válvula de control

ANEXO U INSTALACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO; CATÁLOGO MUNCIE

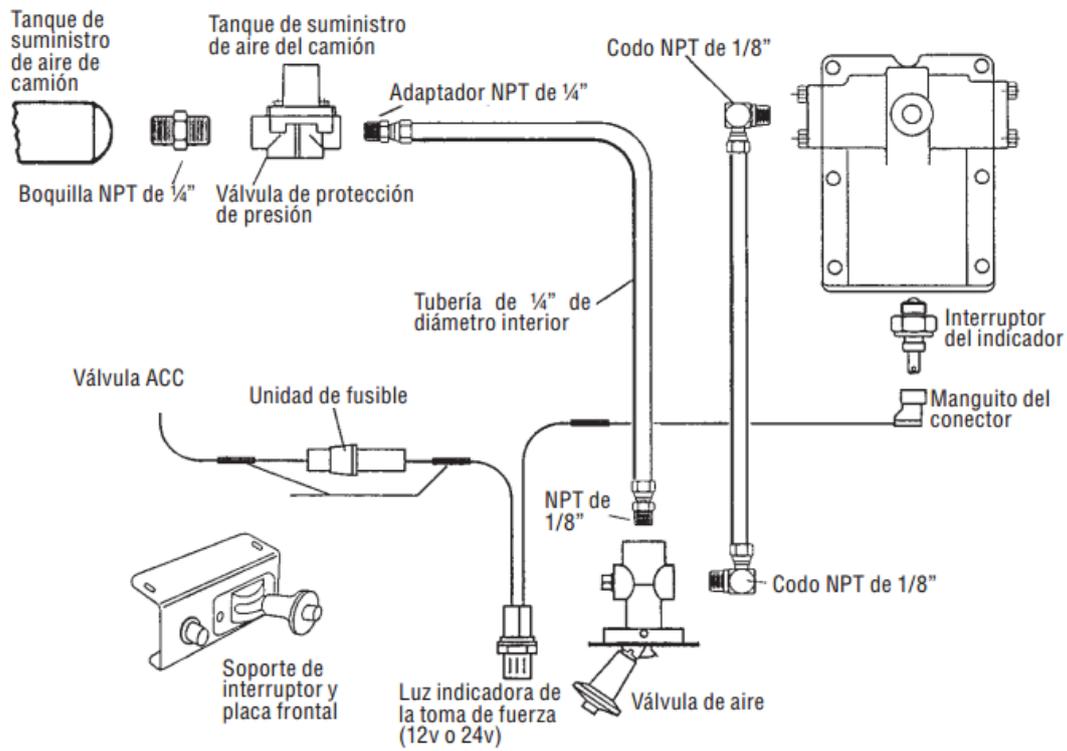


Figura 8.22 Sistema de instalación neumático

ANEXO V MANUAL DE USUARIO

MANUAL DEL USUARIO

PLATAFORMA HIDRÁULICA PARA ELEVAR VEHÍCULOS DE HASTA 1000 KILOGRAMOS MONTADA EN UN FURGÓN.

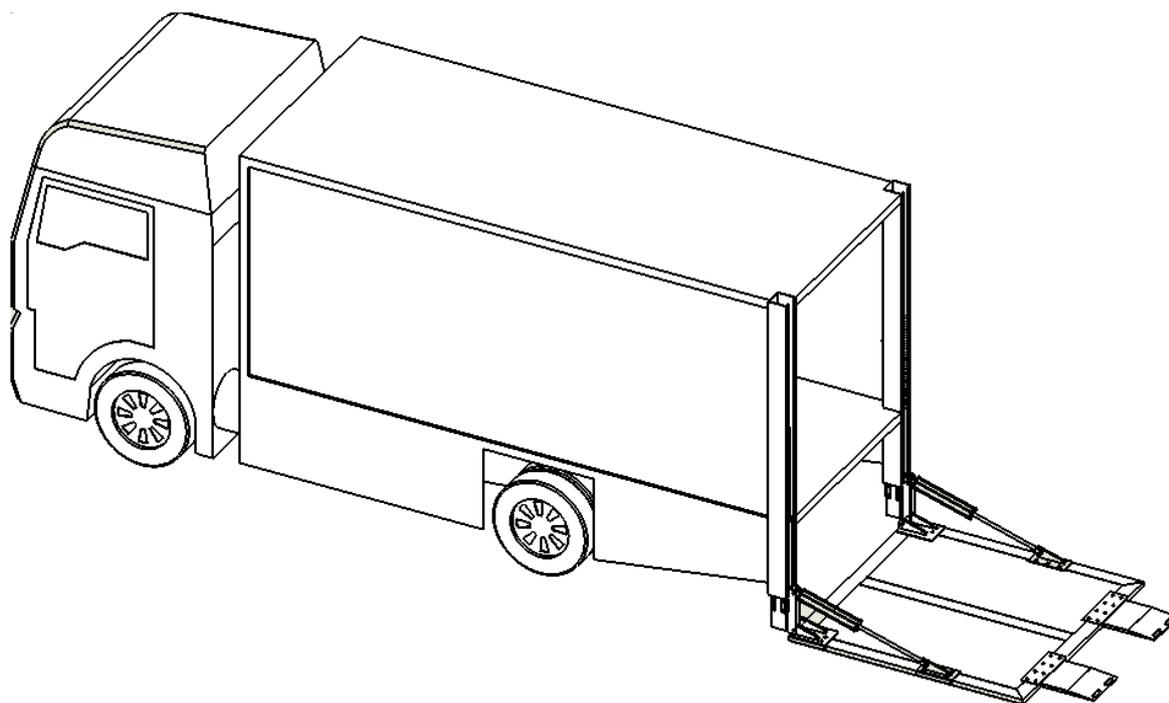


TABLA DE CONTENIDO

	<p>La operación y mantenimiento inadecuado de este equipo puede ocasionar lesiones personales graves o la muerte.</p> <p>Lea y comprenda el contenido de este manual operación antes del mantenimiento operativo y / o la realización del funcionamiento.</p>
---	---

Introducción.....	2
Información de Seguridad.....	3
Terminología de plataforma hidráulica.....	5
Instrucciones de Operación.....	8
Mantenimiento Preventivo.....	11
Instrucciones de lubricación.....	12

Introducción

En el caso de observar mala operación o daño, se debe contactar de manera inmediata a una persona calificada para recibir asistencia y que realice la corrección necesaria.

La plataforma debe ser instalada únicamente por personal que posea el conocimiento suficiente para entender el montaje y operación de la plataforma, con la utilización del equipo adecuado.

INSPECCIÓN

Como parte de la inspección periódica de la plataforma, después de un daño o sospecha de una sobrecarga; inspeccione si hay desgaste o daño estructural y hacer las reparaciones o reemplazos necesarios. Revise todos los componentes estructurales soldaduras agrietadas, tornillos sueltos, desgaste y parte de deformación. Compruebe que los cilindros y las conexiones hidráulicas no haya fugas.

Información de seguridad



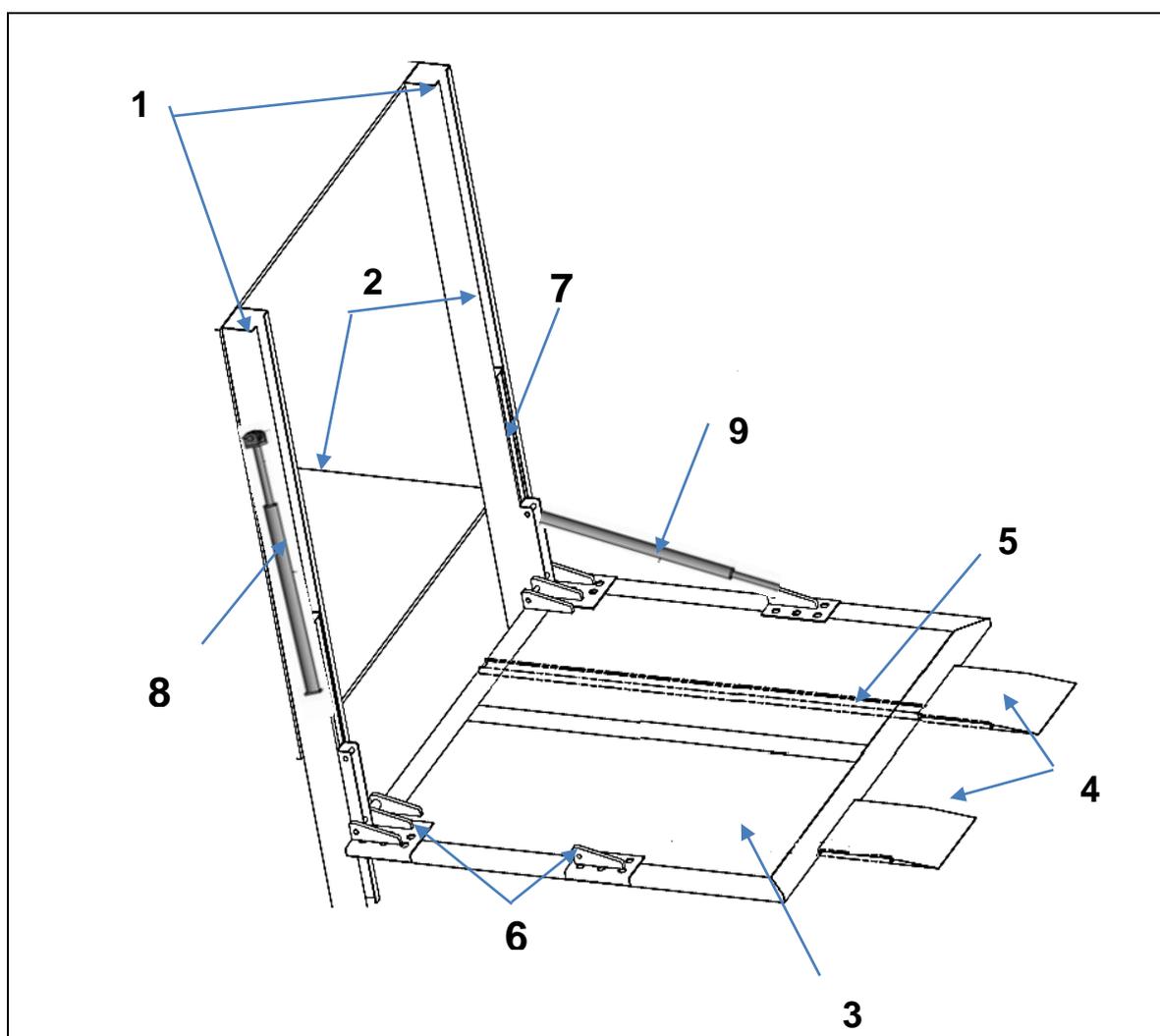
Lea, entienda y siga todas las advertencias que mencionan a continuación:

- Leer y comprender el manual del usuario de la plataforma hidráulica antes de operar.
- No utilice la plataforma hidráulica sin un conocimiento y comprensión del funcionamiento.
- Peligro la plataforma hidráulica pueden provocar aplastamiento por la caída.
- Este portón está diseñado para la carga y descargar mercancías.
- No coloque sobre la plataforma cargas inestables.
- Evitar sobrecargar en la plataforma.
- Al colocar la carga sobre la plataforma, esta debe ubicarse en el centro de la plataforma. Consulte en el manual la capacidad de carga máxima y la colocación de la carga.
- Mantenga las manos y los pies alejados de todos los puntos que pueda provocar pinzamientos.
- No utilice nunca la plataforma hidráulica si existe algún ruido inusual, vibración inusual y si sube o baja de manera desigual.
- No utilice nunca la plataforma hidráulica si muestra algún signo de daño estructura como: soldaduras agrietadas, elementos dobladas o deformados.
- No intente ninguna reparación a menos que esté calificado para hacerlo.

- No permita que nadie se interponga en o cerca de la zona, cuando la plataforma se abra o entre en funcionamiento.
- Tenga cuidado de los objetos pequeños pueden caer en las conexiones o través del espacio entre el furgón y la plataforma.
- Uso correcto del control de posicionamiento es de extrema importancia.
- El uso inadecuado del control de posicionamiento puede provocar una caída de la carga en donde la plataforma y la carga puede sufrir daños irreparables.
- La plataforma debe estar en una posición generalmente horizontal, al elevar o bajar carga.

Terminología del Equipo

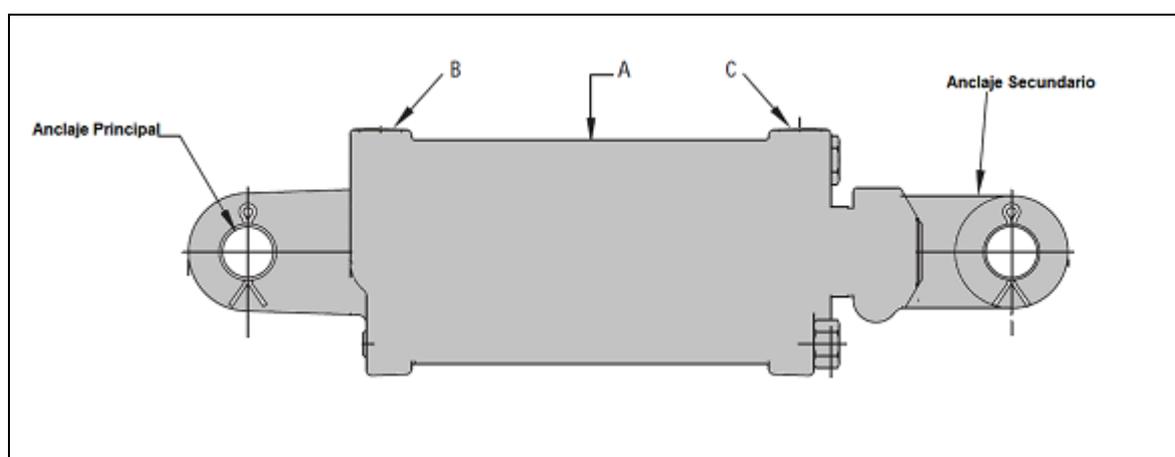
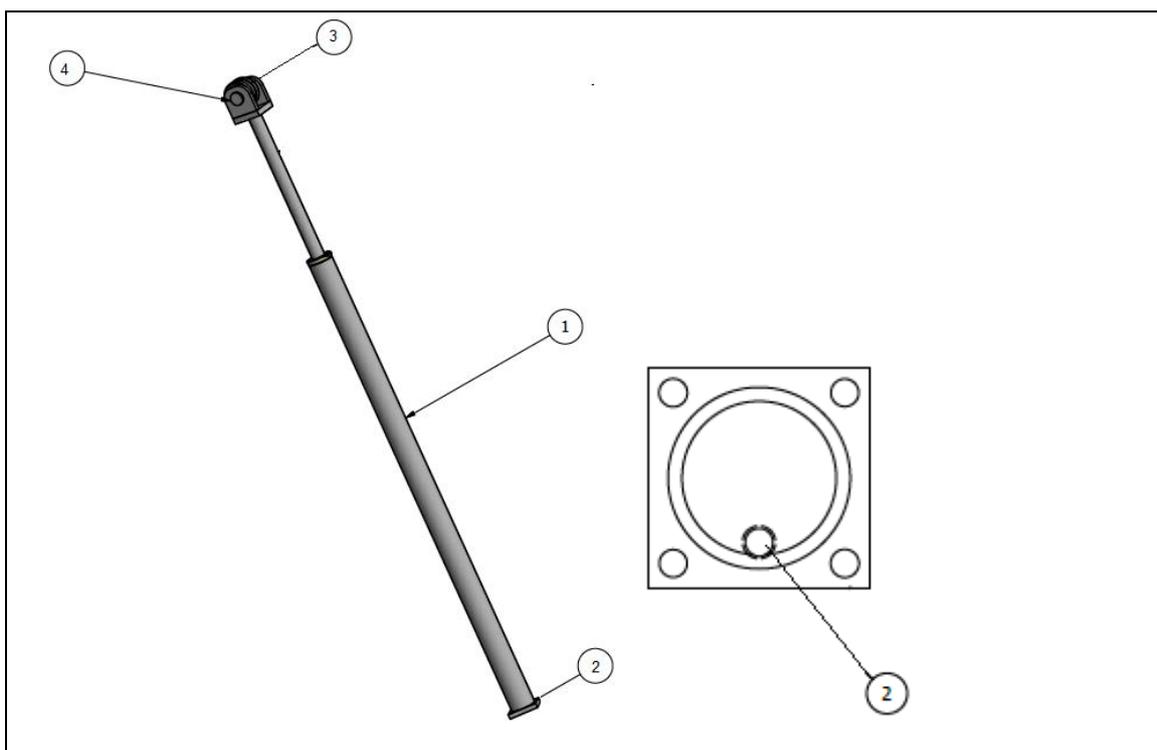
1. Columna fija	7. Anclaje principal
2. Columna móvil	8. Cilindros principales
3. Plataforma	9. Cilindros secundarios
4. Rampas extensibles	
5. Correderas	
6. Conexiones	



Terminología del Equipo

1. Cilindro hidráulico principal
2. Base de cilindro principal
(Alimentación - Retorno)
3. Polea
4. Base de anclaje de polea

- A. Cilindro hidráulico secundario
- B. Alimentación
- C. Retorno

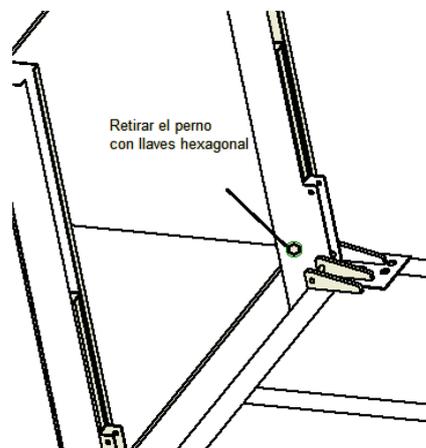


Instrucciones de Operación

Paso 1

Colocar o quitar los seguros internos

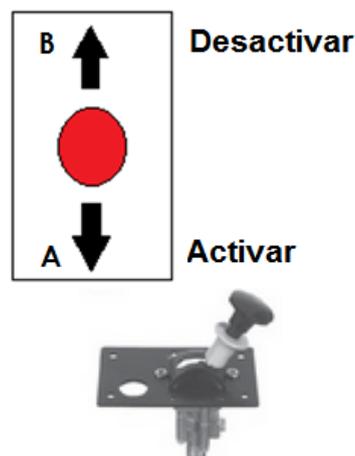
Quitar los seguros internos que están ubicados en la parte interna de las columnas fijas



Paso 2

Activación del toma de fuerza

- 1.- Ponga en marcha el vehículo y déjelo en posición neutra.
- 2.- Pise el embrague;
- 3.- Engrane el toma fuerza levantando el interruptor correspondiente (A).
- 4.- Suelte lentamente el embrague.



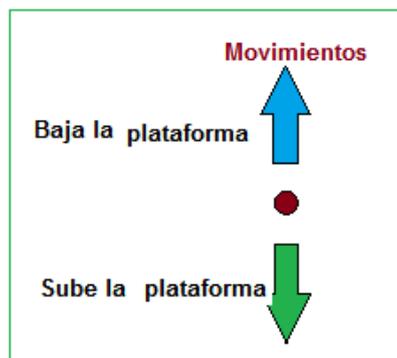
Paso 3

Operación de los mandos hidráulicos.

1. Palanca 1, sirve para accionar los cilindros Principales.
2. Palanca 2, sirve para accionar los cilindros secundarios.



Palanca #1



Palanca #2

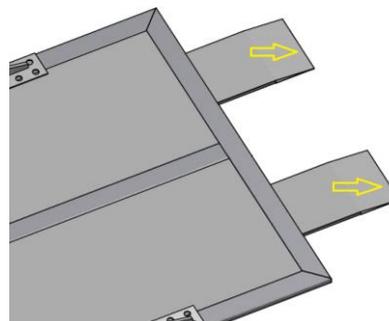


Instrucciones de Operación

Paso 4

Halar las rampas extensibles

Una vez que este horizontalmente la plataforma, se procede a halar las rampas extensibles hasta la señal de posicionamiento.



Paso 5

Operación de carga y descarga

Se realiza con la ayuda de la palanca 1 del mando hidráulico, para cargar o descargar respectivamente con un movimiento continuo.



NOTA:

El usuario será el responsable de todas las operaciones de desplazamiento, por lo que debe respetar las normas de seguridad.

Instrucciones de Operación

Paso 6

IMPORTANTE

Desconectar el toma de fuerza una vez terminado el trabajo de la plataforma.

- 1.- Pise el embrague;
- 2.- Desengrane el toma de fuerza bajando el interruptor correspondiente (C).



Válvula de cabina

Mantenimiento Preventivo

Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses o 200 ciclos de trabajo.

PLATAFORMA HIDRÁULICA PARA ELEVAR VEHÍCULOS DE HASTA 1000 KG				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Intervalo: 6 meses o 200 ciclos		Fecha: _____		
Vehículo No _____				
Mecánic@: _____				
Procedimiento para el mantenimiento de 6 meses				
1	OK	Requiere reparar	Corregido	Compruebe si hay daños evidentes a la estructura de elevación, tales como doblado o miembros distorsionados o soldaduras agrietadas
2	OK	Requiere reparar	Corregido	Compruebe que todos los pernos, tornillos y elementos de fijación estén bien ajustados y seguros.
3	OK	Requiere reparar	Corregido	Compruebe que los controles funcionen correctamente.
4	OK	Requiere reparar	Corregido	Compruebe que la cadena de transporte enganche correctamente con las columnas (fija y móvil)
5	OK	Requiere reparar	Corregido	Comprobar el cierre de la compuerta relacionado con el mecanismo.
6	OK	Requiere reparar	Corregido	Compruebe si hay fugas hidráulicas en cilindro hidráulico (s), mangueras, conexiones y válvulas.
7	OK	Requiere reparar	Corregido	Revise el nivel de aceite en el depósito.
8	OK	Requiere reparar	Corregido	Lubricar la compuerta con las "Instrucciones de lubricación".
Mantenimiento de 12 meses (Incluye los pasos 1-8 anteriores)				
10	OK	Requiere reparar	Corregido	Inspeccione la bomba.
11	OK	Requiere reparar	Corregido	Reemplace fluido hidráulico.

Mantenimiento Preventivo

Inspección mensual

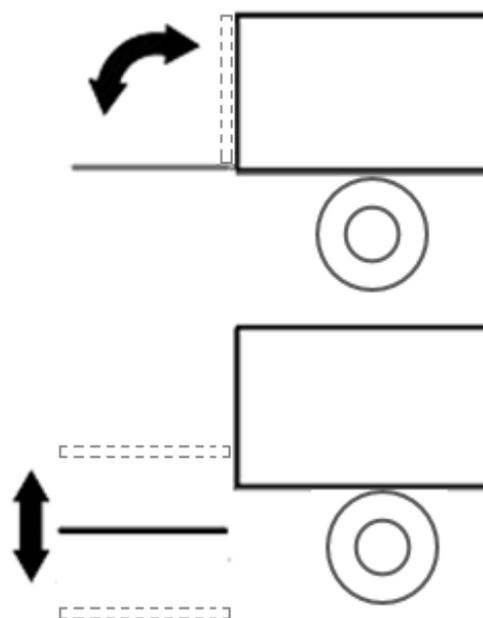
Opere la plataforma a lo largo de todo su ciclo operativo y revise lo siguiente:

- Daños en la estructura de elevación, como doblada o torcida, miembros o soldaduras agrietadas.
- Pasadores cilíndricos doblado o dañado o los cilindros dañados.
- Controles funcionen correctamente (consulte la sección "Instrucciones de operación")



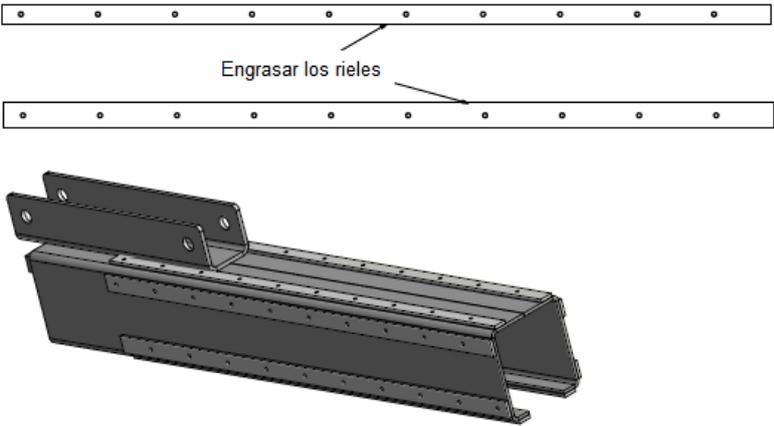
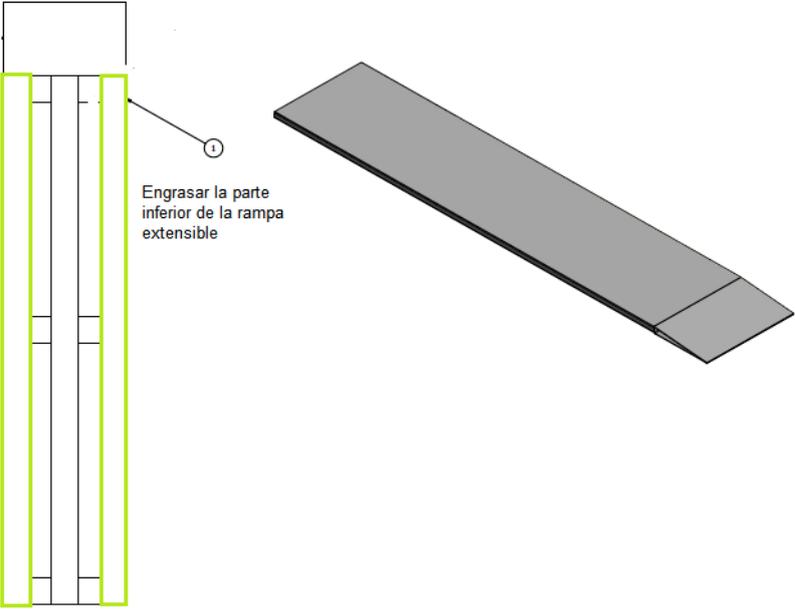
No vuelva a usar la plataforma en caso que exista cualquier punto de la inspección antes mencionados, se recomienda reparar inmediatamente.

Póngase en contacto con su distribuidor más cercano.



Instrucciones de Limpieza y Lubricación

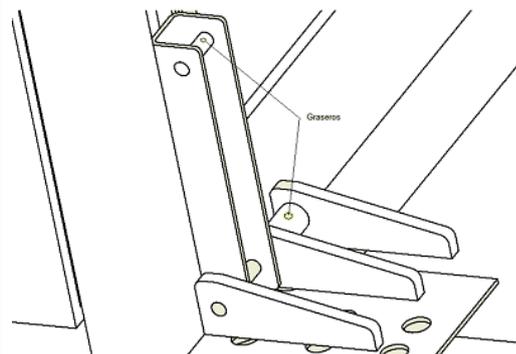
El equipo debe ser lubricado cada 30 días debido a que este trabaja al ambiente externo.

<p style="text-align: center;"><u>Limpiar</u></p> <p>Limpiar las zonas indicadas para retirar cualquier impureza adherida a la grasa no permita el un correcto trabajo.</p>	 <p style="text-align: center;">Engrasar los rieles</p> <p style="text-align: center;">Columnas móviles</p>
<p style="text-align: center;"><u>Engrasar los elementos</u></p> <p>1.-Columnas móviles. 2.- Rampa extensible.</p>	 <p style="text-align: center;">Engrasar la parte inferior de la rampa extensible</p> <p style="text-align: center;">Rampa extensible</p>

Instrucciones de Limpieza y Lubricación

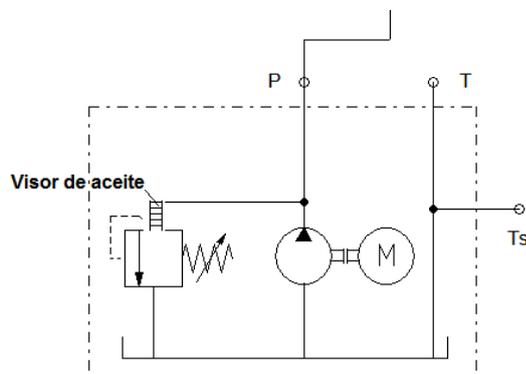
Engrasar los elementos

Los pines y bocines de las conexiones



Verificar nivel de aceite

En el reservorio de aceite se requiere verificar el nivel de aceite y si es necesario completar este.



AVISO

GUARDAR ESTE MANUAL DE USUARIO EN EL
VEHÍCULO



PELIGRO

La operación y mantenimiento inadecuados de este equipo puede resultar lesiones graves.

Lea y comprenda el contenido de este manual y todas las etiquetas de advertencia y operación antes del mantenimiento operativo y / o la realización del funcionamiento.

ANEXO W WPS

ANEXO X HOJAS DE PROCESOS

ANEXO Y PLANOS