

CERTIFICACION

YO, **JOSÉ L. PANTOJA FREIRE** Y, **LUIS F. JARAMILLO AÑAZCO** declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación que ésta es original, autentica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que desprendan de la presente investigación serán de nuestra exclusiva responsabilidad.

Jose L. Pantoja Freire

Luis F. Jaramillo Añezco.

C.I 172002440-3

Yo, FLAVIO ARROYO, declaro que, en lo que yo personalmente conozco a los señores **JOSÉ L. PANTOJA FREIRE** Y, **LUIS F. JARAMILLO AÑAZCO**...son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, autentica y personal de los suscritos.

Director Técnico de Trabajo de Grado

Msc. FLAVIO ARROYO

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

El reflejo de todo el trabajo constante, arduo, responsable, técnico del presente suscrito, deseo mis más amplios y sinceros agradecimientos dirigidos a, Director y amigo MSC. Flavio Arroyo, que con su ayuda desinteresada, nos supo brindar toda la ayuda y guía técnica de apoyo relevante al desarrollo del presente, ofreciéndonos día a día alcanzar criterios de ámbito técnico para un mejor entendimiento y fácil desarrollo del tema en curso, a todos mis compañeros colegas de la empresa que represento, quienes nos supieron ofrecer una tutoría práctica del trazado de diseño y funcionamiento de nuestro elevador que a su vez efectuamos cada una de las pruebas pertinentes para un mejor respaldo, y como no agradecer a cada uno de nuestros Padres que más allá del respaldo económico y afectivo, con toda su perseverancia ehmos llegado a este nuestro último paso por nuestra ingeniería, pensando siempre en regresar a seguir formándonos como personas y profesionalmente.

José Luis Pantoja Freire

DEDICATORIA

El desarrollo del presente proyecto está dedicado a mis Padres, quienes con su paciencia y apoyo, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta actualmente en lo personal y profesional eh alcanzado, Su firmeza y lucha incansable han hecho de ellos mi gran ejemplo a seguir y, que día a día destaque en todo ámbito de mi vida, Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad profesional. Es por ello y mucho más que soy lo que ahora soy, los amo.

José Luis Pantoja Freire

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a Dios que me ha dado la salud , sabiduría y humildad para poder culminar los estudios secundarios .

A la Universidad Internacional del Ecuador que supo enseñar valores y principios de calidad y disciplina que a través de sus profesores transmitieron conocimientos para lograr un éxito profesional en el futuro .

Mi profundo agradecimiento al Ing. Flavio Arroyo director de tesis , que por medio de su conocimiento , paciencia y responsabilidad hizo posible la realización de la presente tesis .

LUIS F. JARAMILLO

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi familia especialmente, a mis padres que me supieron transmitir el verdadero esfuerzo y a través de sus consejos de ánimo y confianza , consejos que me motivaron para lograr alcanzar los sueños y metas que me he propuesto y a todas las personas que supieron confiar en mí a pesar de los buenos y malos momentos de mi vida .

LUIS F. JARAMILLO

INDICE GENERAL

Certificación.....	I
Agradecimiento.....	II
Dedicatoria.. ..	V
Índice General.....	VI
Índice.....	VI
Índice de Tablas.....	X
Índice de Cuadros.....	XI

INDICE

CAPITULO I	1
1.1 Justificación.....	1
1.1.1 Identificación De La Necesidad.....	2
1.1.2 Investigación De Las Necesidades.....	2
1.2 Objetivo General.....	3
1.3 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Estudio De Las Grúas.....	3
1.4.1 Puentes Grúa.....	5
1.4.2 Grúas Con Base Giratoria.....	5
1.4.3 Grúas Tipo Pluma.....	6
1.4.4 Grúas Tipo Pórtico.....	7

1.4.5 Grúas Taller.....	7
1.5 Características Generadas.....	9
1.5.1 Mecanismo De Elevación De Carga.....	9
1.5.2 Estructura De Soporte.....	9
1.5.3 Pluma O Brazo De Elevación.....	10
1.5.4 Columna O Parante.....	10
1.5.5 Base Soporte De Ruedas.....	10
1.5.6 Accesorios.....	10
1.5.7 Normas Para El Diseño De Grúa.....	11
CAPITULO II	12
2.1 Proceso Del Diseño.....	12
2.1.1 Parámetros De Diseño.....	14
2.1.2 Análisis.....	15
2.2 Diseño Y Cálculo De Los Elementos Mecánicos.....	16
2.3 Análisis De Cargas.....	17
2.4 Diseño De Los Elementos Principales.....	21
2.4.1 Diagrama Cuerpo Libre General.....	22
2.4.2 Brazo Principal.....	23
2.4.3 Brazo Telescópico.....	30
2.4.4 Patas Soporte.....	32
2.4.5 Columna.....	35
2.4.6 Base De La Columna.....	39
2.4.6.1 Soldadura De La Base Y La Columna Principal.....	41
2.5 Diseño De Los Elementos Secundarios.....	44
2.5.1 Eje Principal.....	44

2.5.2 Eje 1 Y 2 Del Cilindro Hidráulico.....	46
2.5.3 Pasador De Soportes.....	48
2.5.4 Eje Soporte Gancho De Carga.....	50
2.5.5 Pasador De Brazo.....	52
2.5.6 Diagrama General De Cortantes Y Momentos.....	54
2.6 Selección De Elementos Estándar.....	55
2.6.1 Cilindro Hidráulico.....	55
2.6.2 Calculo Fuerza De Empuje.....	56
2.6.3 Selección De La Unidad De Potencia.....	59
2.6.3.1 Determinación Del Caudal De La Bomba.....	59
2.6.3.2 Determinación De La Potencia Del Motor.....	60
2.6.3.3 Determinación De La Capacidad Del Reservorio De Aceite.....	62
2.6.3.4 Selección De Accesorios De Unión Circuito Hidráulico.....	64
2.6.3.5 Diseño Del Circuito Hidráulico.....	64
2.6.4 Gancho De Carga.....	65
2.6.6 Ruedas.....	66
2.6.7 Selección De Los Pernos De Sujeción De La Columna.....	67
CAPITULO III	68
Proceso De Construcción Y Montajes.....	68
3.1 Procesos.....	68
3.1.1 Definición De Proceso.....	68
3.1.2 Elaboración de Diagrama de Operaciones de Procesos.....	70
3.2 Manejo De Materiales.....	71
3.3 Plan De Producción.....	72
3.4 Estudio De Métodos.....	73

3.4.1 Operación.....	74
3.4.2 Transporte.....	74
3.4.3 Control.....	75
3.4.4 Retraso.....	75
3.4.5 Almacenaje.....	75
3.4.6 Actividad Combinado.....	75
3.5 Construcción.....	76
3.5.1 Construcción De La Base.....	76
3.5.2 Proceso.....	77
3.5.3 Construcción De la Columna.....	77
3.5.3.1 Proceso.....	78
3.5.4 Construcción del Brazo.....	78
3.5.4.1 Proceso.....	79
3.5.5 Construcción De Las Patas.....	80
3.5.5.1 Proceso.....	81
3.5.6 Construcción De Ejes Y Pasadores.....	81
3.6.7 Montaje Del Equipo Mecánico.....	82
CAPITULO IV	85
Pruebas De Carga.....	85
4.1 Tabulación De Las Pruebas.....	85
4.1.1 Carga Vs. Tiempo De Izaje.....	85
4.1.2 Caga Vs. Presión Hidráulico.....	86
Conclusiones.....	88
Recomendaciones.....	90
Bibliografía.....	92

Anexos.....	93
-------------	----

INDICE DE TABLAS

1.4 Clasificación de las grúas según normas BS 2573.....	4
2.1 Medidas de referencia de los automotores.....	12
3.1 Secuencia de Operación de Trabajo.....	71

INDICE DE CUADROS

1.1 Puente grúa.....	5
1.2 Grúas base giratorias.....	5
1.3 Grúas giratorias.....	6
1.4 Grúas tipo pórtico.....	7
1.5 Grúas tipo taller.....	8
2.1 Esquema Partes Principales Brazo Hidráulico.....	16
2.2 Posición De Carga # 1 Brazo Hidráulico A 90º.....	17
2.3 Posición De Carga # 2 Brazo Hidráulico A 45º.....	18
2.4 Posición De Carga # 3 Brazo Hidráulico Cargado A 10º.....	18
2.5 Diagrama De Cuerpo Libre Para La Posición De La Carga # 1.....	19
2.6 Diagrama De Cuerpo Libre Para La Posición De Carga # 2.....	19
2.7 Diagrama De Cuerpo Libre Para La Posición De Carga # 3.....	20
2.8 Diagrama De Cuerpo Libre General Posición De Carga # 1.....	22
2.9 Diagrama Cuerpo Libre Del Brazo Principal.....	23
2.10 Diagrama Fuerza Cortante Y De Momento Flector.....	25
2.11 Diagrama De La Sección Externa Del Brazo Principal.....	28

2.12 Diagrama De La Sección Interna Del Brazo Principal.....	28
2.13 Diagrama De La Sección Compuesta Del Brazo Principal.....	28
2.14 Diagrama Cuerpo Libre Del Brazo Telescópico.....	30
2.16 Diagrama Fuerza Cortante Patas Y Soporte.....	33
2.17 Diagrama Sección Transversal De Una De Las Patas Soporte.....	34
2.18 Diagrama Cuerpo Libre De La Columna.....	35
2.19 Diagrama Fuerza Axial De La Columna.....	36
2.20 Diagrama Sección Transversal De La Columna.....	36
2.21 Diagrama Cordón De Soldadura Entre Base Y Columna.....	41
2.22 Diagrama De Cargas.....	54
2.23 Parte Principales De Un Cilindro Hidráulico Doble Efecto.....	56
2.24 A Fuerza Ejercida Pistón Al Momento De Subir.....	57
2.24 B Fuerza Ejercida Pistón Al Momento De Bajar.....	57
2.25 Área Neta Del Pistón.....	58
2.26 Unidad Compacta De Potencia.....	63
2.27 Circuito Hidráulico.....	64
3.1 Fotografías De La Placa Base.....	76

3.2 Fotografías De Las Garruchas Y Ruedas De La Base.....	76
3.3 Fotografía De La Columna.....	77
3.4 Fotografía brazo Principal Y Telescópico.....	78
3.5 Fotografías Patas.....	80
3.6 Fotografía Ejes Y Pasadores.....	81
3.7 Fotografía Equipo Armado.....	82
3.8 Fotografía Equipo Electrohidráulico.....	82
4.1 Carga Vs. Tiempo de Izaje.....	86
4.2 Carga Vs. Presión Hidráulica.....	87

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad en el país la situación económica ha imposibilitado la renovación de bienes de capital debido a su alto costo, esto ha hecho que el parque automotriz se vea obligado a realizar reparaciones parciales de componentes mecánicos.

Esta tesis tiene como objeto proporcionar los conceptos, los procedimientos, la información y las técnicas de análisis de decisiones que se requieren para el diseño y montaje de una grúa hidráulica para vehículos livianos.

Para esto se requiere de herramientas apropiadas, las mismas que en su mayoría son importadas, y que por su alto costo se convierten en bienes inalcanzables para los talleres automotrices pequeños que son la mayoría. Por lo que se hace indispensable contar con maquinaria y elementos que disminuyan el tiempo de ejecución del trabajo, por lo que es necesario comenzar a construir nuestras propias máquinas, ya que somos entes capaces de realizar este tipo de proyectos de la industria ecuatoriana en el campo automotriz.

Para satisfacer estos requerimientos y tomando en cuenta la estadística vehicular presento el **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR**

ELECTROHIDRAULICO TIPO PLUMA, PARA UNA CARGA DE UNA TONELADA; COMANDADO POR UNA UNIDAD DE ELECTROVALVULAS.

Este equipo consta básicamente de dos sistemas: la estructura y el mecanismo de elevación de carga.

1.1.1 Identificación de la Necesidad

Los talleres automotrices debido a su demanda de calidad en los trabajos realizados, se han visto en la necesidad de modernizar sus plantas, por lo que será necesario contar con maquinaria que facilite y disminuya el tiempo de ejecución de los trabajos, debido a que los talleres automotrices están directamente relacionados con la calidad que brindan no solamente en el conocimiento técnico, si no también en los equipos para hacer bien su trabajo.

1.1.2 Investigación de las Necesidades

Mediante investigaciones realizadas nos damos cuenta que las máquinas y la calidad del trabajo que ofrecen los talleres en la actualidad en nuestro país no van acorde con el avance mundial en el campo automotriz.

Son pocos los talleres que cuentan con maquinaria especializada capaz de brindar una eficaz y rápida atención al cliente, ya que todavía se utiliza maquinaria antigua u obsoleta en el mejor de los casos y en otros talleres no cuentan ni con las maquinarias necesarias.

Por otra parte la economía que cuentan los mecánicos en sus trabajos no son las adecuadas y por eso el tiempo para realizar su trabajo es muy largo y esto provoca una insatisfacción en los clientes.

Por ende los dueños de los talleres quieren brindar a sus trabajadores una mayor comodidad para poder entregar sus trabajos en el tiempo establecido y de una mejor manera.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una grúa hidráulica automatizada plegable para levantar hasta una tonelada, con la que se pretende proveer a los pequeños talleres de una herramienta segura y versátil que realice las actividades antes mencionadas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar los elementos mecánicos.
- Diseño y selección de los elementos del circuito hidráulico.
- Diseño y selección de los materiales para el soporte de los elementos hidráulicos.
- Construcción y puesta a punto de la grúa.

1.4 ESTUDIO DE LAS GRÚAS

Uno de los puntos de vista para la clasificación de las grúas es de acuerdo a los servicios que prestan las grúas. Es así, que de acuerdo al servicio que va a prestar

una grúa se clasifican en cuatro grupos cada uno de los cuales tiene sus respectivos factores de seguridad y de trabajo.

Las normas británicas B.S.2573 por ejemplo, clasifican a las grúas en cuatro clases:

Tabla 1.4 Clasificación de las grúas según las normas Británicas B.S.2573; servicios normal (40%).

Clase	Servicios	Utilización (horas/años)	Ejemplos
1	Ligero	1000	Baja potencia
2	Medio	2000	Fábricas bodegas
3	Pesado	3000	Siderurgias
4	Extra pesado	3000	Siderurgias y acerías

De acuerdo con estas normas se debe utilizar diversos factores de seguridad en su diseño y estos son más altos según estos presten servicios más pesados. Se indica los factores de impacto de trabajo que deben ser aplicados a la carga útil y a los esfuerzos permisibles que soportan las grúas.

Existe una amplia gama de grúas que pueden cumplir con los requerimientos de trabajo solicitados (elevación y traslado de componentes) y, entre las principales se mencionará:

1.4.1 Puentes Grúa



FIGURA 1.1 PUENTE GRUA¹

El puente grúa consta de doble viga donde se apoya el carro que sustenta el polipasto. Este modelo de puente grúa permite alcanzar la máxima altura de gancho. Este modelo es ideal para cargas elevadas o para naves con una luz media o grande. La capacidad total de carga puede alcanzar las 100 Tn.

1.4.2 Grúas con Base Giratoria



Figura 1.2 Grúas Base Giratoria²

¹ PRO GRUAS, Servicio Técnico y Mantenimiento, Venezuela.

² BASE GIRATORIA, Servicio Técnico y Mantenimiento, Venezuela

Se encuentra compuesta de un brazo o pluma montada sobre un eje giratorio o fijo, estas grúas elevan y mueven materiales que están al alcance de la pluma o brazo, aun cuando estas se suelen utilizar para trabajos ligeros y poco frecuentes, no son adecuadas porque están limitadas por la distancia de transporte de la carga.

1.4.3 Grúas Tipo Pluma



Figura 1.3 Grúa Giratoria³

La grúa tipo pluma o de brazo, tienen la capacidad de girar dependiendo de la aplicación de 0° a 360° y sus capacidades abarcan grandes rangos de tonelajes. Sus limitaciones son el alcance que puede tener el brazo y la altura de levante ya que este tipo de configuración necesita una columna cada vez más robusta para tener mayor altura de izaje.

³ PROGRUA, Servicio Técnico y Mantenimiento, Venezuela

1.4.4 Grúas Tipo Pórtico



Figura 1. 4 Grúas Tipo Pórtico⁴

Estas son una modificación de las grúas viajeras, que se emplean al aire libre donde no tienen limitaciones en la elevación como en el transporte de carga, estas ventajas hace que la estructura ocupe gran espacio, lo que es una limitación ya que si va ha trabajar en talleres pequeños donde el espacio disponible es reducido hace que esta sea un inconveniente a la vez.

1.4.5 Grúas Taller

Se encuentra equipada con una base desplazable sobre cuatro ruedas, dos de ellas giratorias (garruchas), un brazo basculante, un pistón hidráulico y una bomba hidráulica de accionamiento manual o eléctrico.

⁴GRUAS, Industrial de Servicios, Sao Pablo, Brazil.

Las de accionamiento manual utilizan una bomba de pistón manual (Bomba de desplazamiento positivo); mientras que las de accionamiento eléctrico utilizan un motor eléctrico y una bomba de pistón o engranajes para su funcionamiento.

El costo de esta grúa taller es bajo comparado con otros casos citados anteriormente además de ser esta muy versátil, ya que ocupa poco espacio y puede desplazar carga en todas las direcciones que se requiera. El mantenimiento preventivo se lo puede hacer de mejor manera por cuanto todos los elementos a inspeccionarse se pueden visualizar rápidamente y reduce fallas mecánicas y accidentes personales.

Por todas las ventajas antes mencionadas se considera este tipo de grúa como la más óptima y versátil para satisfacer los requerimientos de la mayoría de los pequeños talleres.



Figura 1.5 Grúas Tipo Taller⁵

⁵AUTOSERVICE, Service and performance, CA, USA.

1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las siguientes herramientas se encuentran formadas por las siguientes partes fundamentales:

- Mecanismos de elevación de Carga Mecánico.
- Estructura soporte

1.5.1 Mecanismo de Elevación de Carga

El mecanismo de elevación usado por la máquina a construirse será un sistema hidráulico el mismo que consiste de un cilindro hidráulico, una bomba y accesorios como mangueras y válvulas de control de fluido.

1.5.2 Estructura Soporte

La máquina tiene como partes integrantes de su estructura:

- Pluma o Brazo de elevación de carga
- Columna o Parante
- Base Soporte con ruedas
- Accesorios de unión y acople

1.5.3 Pluma o Brazo de Elevación

El brazo se encuentra constituido por una viga que tiene dos apoyos articulados (Giratorios) y en su extremo soporta la carga.

1.5.4 Columna o Parante

La columna tiene la función de dar apoyo a la pluma y al cilindro.

1.5.5 Base Soporte con Ruedas

Es la estructura que nos permite mover con facilidad la carga o peso de un lugar a otro. Se encuentra formada por una estructura en forma de V truncada la misma que se encuentre construida con un perfil estructural. Además posee un par de ruedas fijas y un par de ruedas móviles o giratorias.

1.5.6 Accesorios

Son las partes que permiten unir o acoplar los distintos elementos que forman la grúa y además sin/en para modificar las características de la máquina (extensión del brazo, pasadores, pernos, ganchos, etc.).

1.5.7 Normas para el diseño de la Grúa

En el diseño de la estructura de la grúa se requiere la solución repetitiva del problema con el objetivo de determinar las dimensiones como:

Espesor y tipo de perfil de acuerdo con las normas establecidas

Estas normas son los requerimientos mínimos que debe cumplir un ingeniero en el proceso del diseño, fabricación y construcción. A continuación se detalla las principales:

- DIN 120

Bases de cálculo para elementos estructurales de grúas y puentes grúas

- A.I.S.C

American INSTITUTE OF Steel Construction

- A.W.S

Sociedad Americana de Soldadura.

CAPITULO II

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS ELEMENTOS

2.1 PROCESO DEL DISEÑO

El proceso de diseño es en esencia un ejercicio de actividad aplicada. Algunas de estas definiciones de proceso de diseño solo incluyen unos cuantos pasos.

Carga de diseño.

La máquina en referencia se va a diseñar para levantar y transportar una carga máxima de una tonelada, la que se justificará de acuerdo a la tabla 2.1 se tiene que el peso máximo de un motor como el del vehículo Nissan Patrol es de 7350 N (750 Kg.), por lo que se puede establecer en talleres automotrices que están dedicados a la construcción y reparación de vehículos pequeños se manipulan con frecuencia carga menor o iguales al valor antes mencionado.

Tabla 2.1 Medidas de referencia de lo automotores más comunes en el mercado local.

Marca	Longitud de acceso (mm) al motor	Altura (m m)	Peso del motor Aprox (kg.)
Ford Granada	750	900	450
Olsmovil	780	850	550
Taumus	670	810	450
Datsun 1800	740	950	450
Mazda 929	700	850	400
Mazda 626	680	850	400

Toyota 2200	760	850	500
Nissan Patrol	780	1200	750

CHILTON; MANUAL DE REPARACION Y MANTENIMIENTO; Océano; Grupo Editorial Océano; España; 1991

Alcance Horizontal.

Por lo general los espacios de acceso al motor y demás componentes de los automóviles difieren dependiendo del fabricante y año de producción, como se puede ver en la tabla 2.1 las medidas de referencia de los distintos automotores, que se comercializan en el mercado.

Analizando este cuadro se observa que la longitud más representativa del brazo es de 1200mm, la misma que incluye una distancia de 400mm para que la máquina se pueda manipular y no se una al vehículo.

Alcance vertical máximo.

Se la puede determinar de acuerdo a los automotores, de manera que tomando como referencia la tabla 2.1 la altura máxima es de 1200mm, a la que se le añade la respectiva altura del motor y una altura adicional (300mm) para que este pueda ser retirado de su ubicación original, obteniéndose de esta manera una altura máxima de 2200mm.

2.1.1 Parámetros De Diseño

Los parámetros están dados por el peso, el tamaño del motor y por el tipo de servicio que estos van a recibir:

- Capacidad máxima de elevación, para diseñar cada uno de los elementos de la grúa en base a los esfuerzos que esta produzca.
- Altura máxima de elevación.
- Altura mínima de elevación.
- Ancho de la plataforma en V.
- Ancho mínimo de la plataforma en V.
- Alargamiento máximo del brazo telescópico.
- Distancia máxima que ocupa la grúa.
- Altura mínima de la grúa.

Y de acuerdo con los ítems anteriores se tiene el siguiente dimensionamiento de los parámetros de diseño:

- Capacidad máxima de la grúa = 1 ton = 1000kg.
- Altura de la grúa = 1700mm
- Distancia mínima del brazo telescópico = 1170mm.
- Distancia máxima del brazo telescópico = 1470mm.
- Altura máxima del brazo telescópico = 2320mm.
- Altura mínima del brazo telescópico = 550mm.
- Distancia de la plataforma en V = 980mm.
- Ancho de la plataforma = 450mm.
- Altura de la plataforma = 180mm.
- Largo de la plataforma = 1740mm.

2.1.2 Análisis

- Inicialmente se debe mencionar que todos los elementos de la estructura metálica soportante son diseñadas para trabajo sujetos a carga estática.
- En lo posible el material a utilizarse será acero estructural A – 36 por su fácil adquisición en el mercado local.
- El peso propio de los elementos no será considerado dentro del cálculo de los elementos, pero será tomado en cuenta en el cálculo de los conjuntos por su influencia apreciable en los cálculos.

2.2 DISEÑO Y CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS

El diseño del brazo hidráulico y sus componentes, empieza con el esquema físico del brazo hidráulico con sus partes principales, como se muestra a continuación en la Figura 2.1.

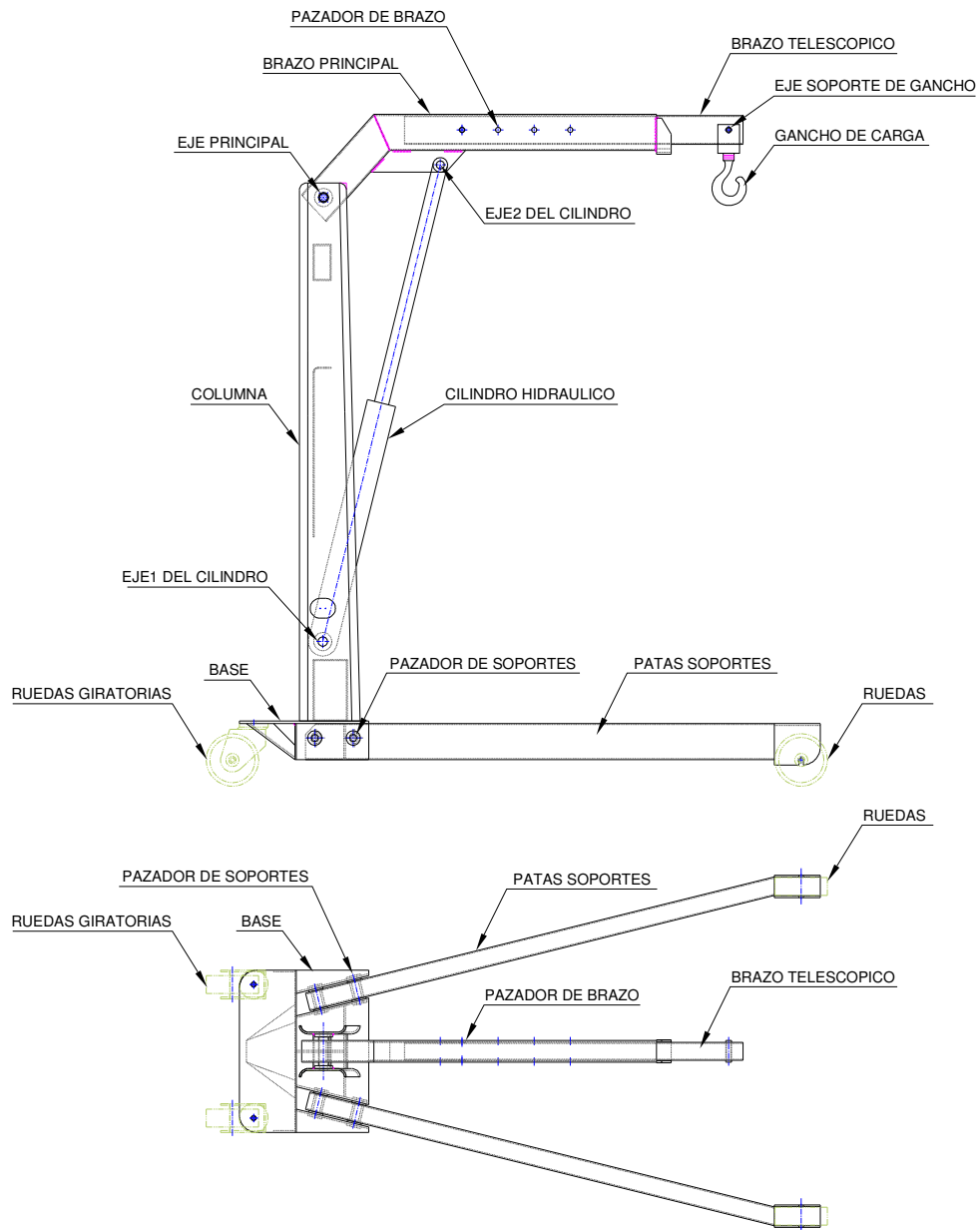


Figura 2-1.- Esquema de las partes principales del brazo hidráulico

2.3 ANÁLISIS DE CARGAS

El Brazo hidráulico telescópico es un sistema para izaje de carga que por sus cualidades mecánicas puede extender el brazo de carga y a su vez rotar 90° alrededor del plano de carga, por lo que este tiene varias posiciones críticas, las cuales se muestran en las siguientes figuras:

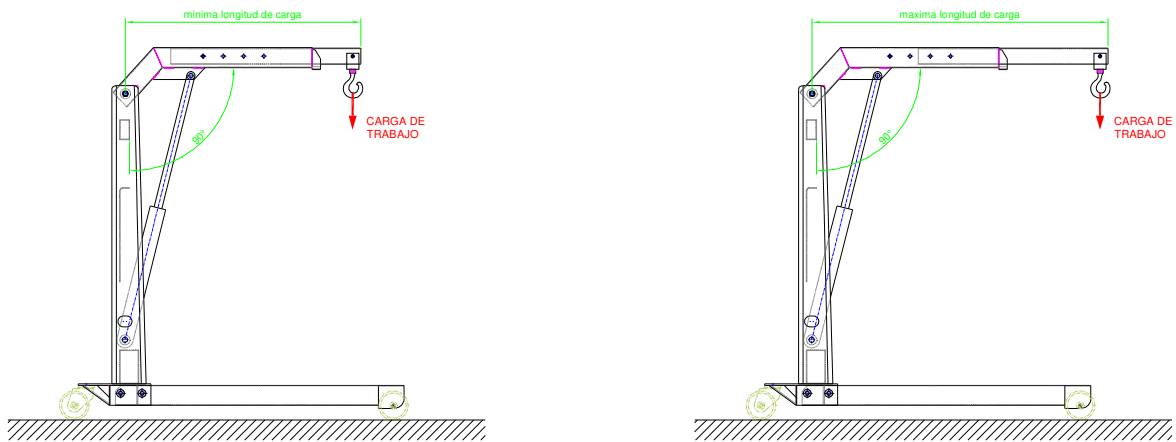


Figura 2-2.- Posición de carga #1; Brazo hidráulico cargado a 90°

en la longitud mínima y máxima del brazo telescópico.

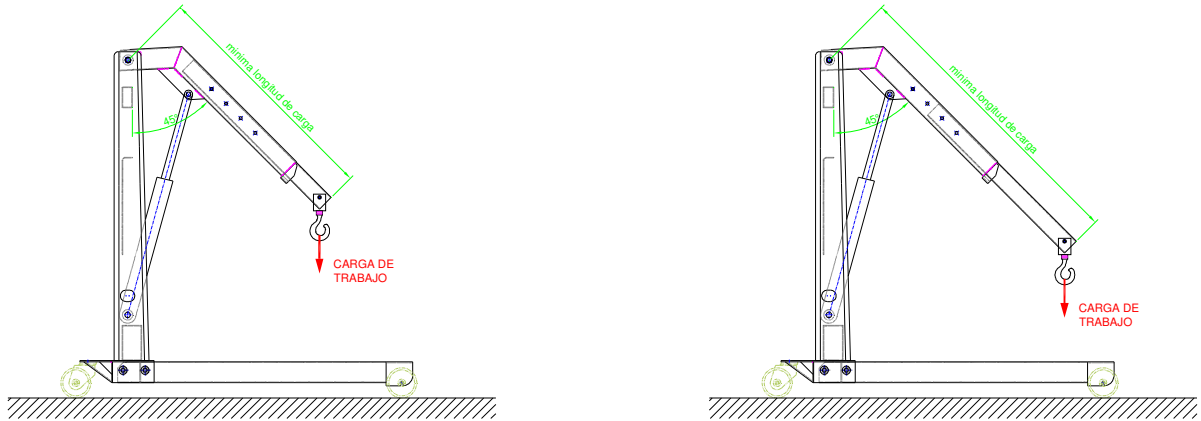


Figura 2-3.- Posición de carga #2; Brazo hidráulico cargado a 45º

en la longitud mínima y máxima del brazo telescópico.

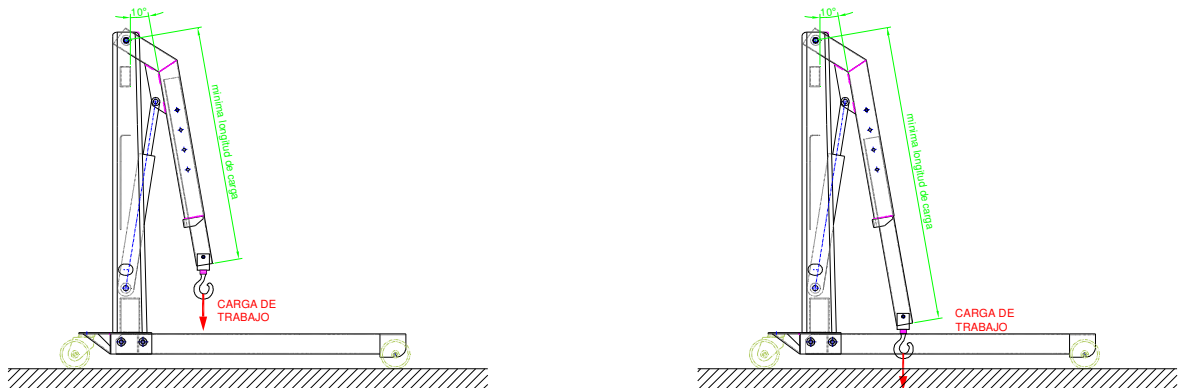


Figura 2-4.- Posición de carga #3; Brazo hidráulico cargado a 10º

en la longitud mínima y máxima del brazo telescópico.

A continuación se muestran los diagramas de cuerpo libre para cada una de las posiciones de carga:

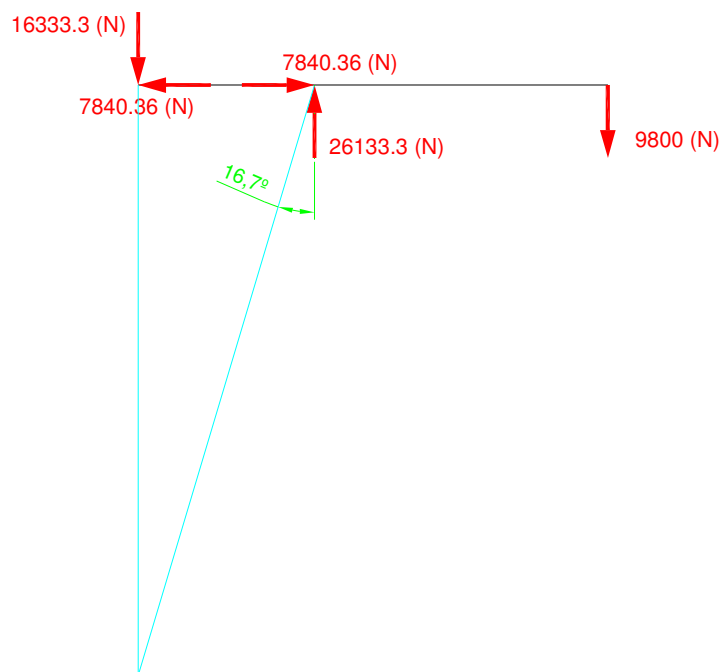


Figura 2-5.- Diagrama de cuerpo libre para la Posición de carga #1.

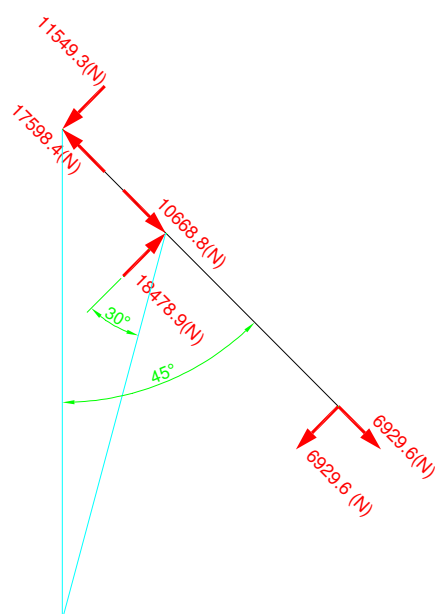


Figura 2-6.- Diagrama de cuerpo libre para la Posición de carga #2.

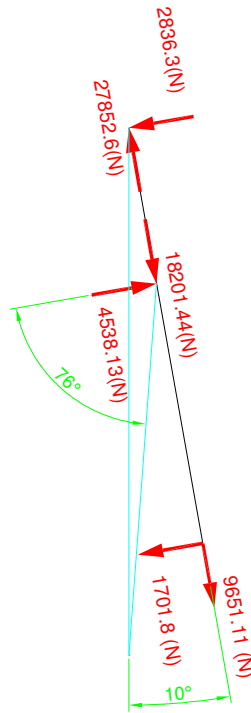


Figura 2-7.- Diagrama de cuerpo libre para la Posición de carga #3.

La Figura 2.5 muestra que las mayores fuerzas a las que está sometido el brazo principal se presenta cuando este se encuentra a 90° con respecto a su columna como se puede observar en la Figura 2.2.

Por otra parte las mayores fuerzas ejercida en la extensión telescópica se encuentran ejercidas cuando este está a 10° con respecto a la columna como se muestra en la Figura 2.3 y 2.7 respectivamente.

Por esta razón los cálculos para los elementos que conforman el brazo hidráulico serán calculados para las posiciones críticas mencionadas.

2.4 DISEÑO DE ELEMENTOS PRINCIPALES

Para el diseño de cada uno de los elementos mecánicos se va a dividir a los elementos en tres grupos, como se describe a continuación:

ELEMENTOS PRINCIPALES

Brazo Principal

Brazo Telescópico

Patas de Soporte

Columna

Base de Columna

ELEMENTOS SECUNDARIOS

Eje Principal

Eje 1 y 2 del cilindro hidráulico

Pasador de soportes

Eje soporte de gancho de carga

Pasador de brazo

ELEMENTOS ESTANDART

Cilindro hidráulico

Gancho de carga

Ruedas giratorias

Ruedas

2.4.1 Diagrama De Cuerpo Libre General

De la posición de carga #1 (Figura 2.2) se realiza el diagrama de cuerpo libre para comenzar con el dimensionamiento de los elementos mecánicos.

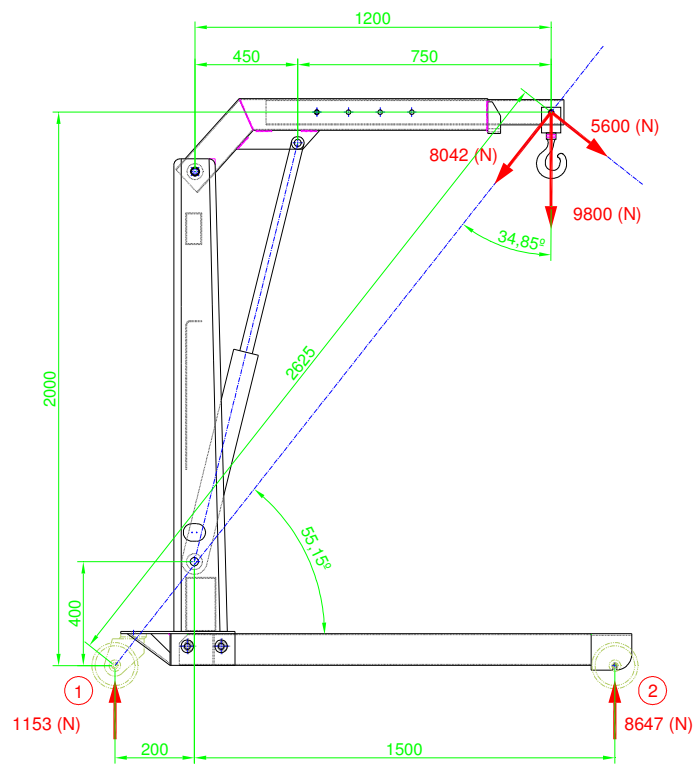


Figura 2-8.- Diagrama de cuerpo libre para general para la posición de carga #1.

Para un sistema en equilibrio se tiene las siguientes reacciones:

$$\sum F_{Y1} = 0 \quad (2.1)$$
$$R_{1y} + R_{2y} = 9800(N)$$

$$\begin{aligned}
\sum F_x &= 0 \\
\sum M_{R1} &= 0 \\
R_{2y} * 1,7(m) - 5600(N) * 2,625(m) &= 0 \\
\Rightarrow R_{2y} &= 8647(N) \\
\therefore R_{1y} &= 1153(N)
\end{aligned}
\tag{2.2}$$

Donde:

R_{1x} = Reacción 1 en el eje x (N)

R_{1y} = Reacción 1 en el eje y (N)

R_{2x} = Reacción 2 en el eje x (N)

R_{2y} = Reacción 2 en el eje y (N)

2.4.2 Brazo Principal

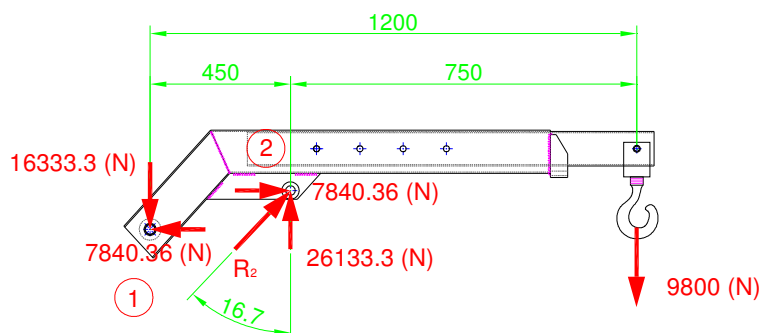


Figura 2-9.- Diagrama de cuerpo libre del brazo principal.

⁶ Shigley, E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 5^{ta} Ed, México, Grupo Editorial McGraw Hill, 1890, P 38

Para un sistema en equilibrio se tiene lo siguiente:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-R_{1y} + R_{2y} = 9800(N)$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$R_{2y} * 0,45(m) - 9800(N) * 1,2(m) = 0$$

$$\Rightarrow R_{2y} = 26133,3(N)$$

$$\therefore R_{1y} = 16333,3(N)$$

$$\cos 16,7 = \frac{R_{2y}}{R_2}$$

$$\cos 16,7 = \frac{26133,3(N)}{R_2}$$

$$R_2 = 27284,07(N)$$

$$\sin 16,7 = \frac{R_{2x}}{R_2}$$

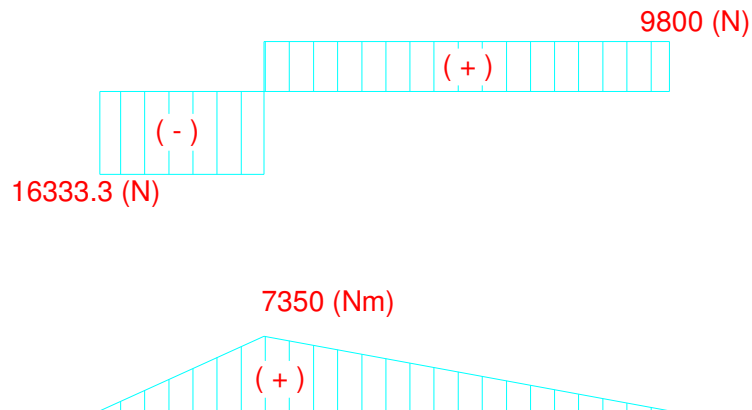
$$R_{2x} = \sin 16,7 * 27284,07(N)$$

$$R_{2x} = 7840,36(N)$$

$$-R_{1x} + R_{2x} = 0$$

$$R_{1x} = 7840,36(N)$$

Una vez encontradas las fuerzas que actúan sobre el brazo principal se puede obtener los diagramas de momento y cortante como se muestran en la figura 2.10.



**Figura 2-10.- Diagrama de fuerza cortante y de momento flector respectivamente,
con sus valores máximos, para el brazo principal.**

Para el cálculo inicial se va a considerar al brazo como un elemento no esbelto, es

$$\text{decir } \frac{l}{r_T} \leq 53^7 \quad (2.3)$$

Donde:

l = Largo del brazo principal (mm)

r_T = Radio de giro de la sección del brazo principal (mm)

⁷ AISC, Manual of Steel Construction, Eighth Edition, Chicago, Illinois, 1980, P 5-22

$$f_b = \frac{M_{\max} * C}{I_{xx}} \quad 8 \quad (2.4)$$

$$S_{xx} = \frac{I_{xx}}{C} \quad (2.5)$$

Donde:

f_b = Esfuerzo producido por las cargas de flexión (N/m²)

F_b = Esfuerzo admisible de la sección (N/m²)

S_y = Esfuerzo de fluencia del material,

para perfil estructural ASTM A36 = 248,56x10⁶ (N/m²)

$M_{\max}$ = Momento máximo producido por las cargas (N)

C = Distancia al eje neutro de la sección (mm)

I_{xx} = Momento de Inercia de la sección en el eje x-x (mm⁴)

S_{xx} = Módulo de la sección en el eje x-x (mm³)

FS = Factor de seguridad

⁸ Shigley, E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 5^{ta} Ed, México, Grupo Editorial McGraw Hill, 1890, P 48

$$\text{Asumiendo} \rightarrow f_b = F_b = \frac{S_y}{FS} = \frac{1}{1,6} S_y = 0,6 * S_y$$

$$\Rightarrow 0,6 S_y = \frac{M_{\max}}{S_{xx}}$$

$$S_{xx} = \frac{M_{\max}}{0,6 * S_y}$$

$$M_{\max} = 7350(Nm)$$

$$S_{xx} = \frac{7350(Nm)}{0,6 * 248,56 * 10^6 (N/m^2)} = 0,0000493(m^3) * \frac{1000^3(mm^3)}{1(m^3)}$$

$$S_{xx} = 49300(mm^3)$$

La sección necesaria para resistir la carga debe tener un módulo de sección igual o mayor que 49300mm³ por lo tanto se comienza un proceso de iteración dando como resultado los siguientes perfiles.

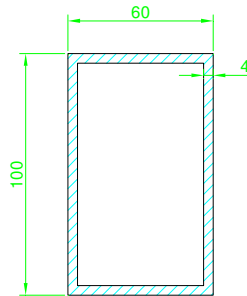


Figura 2-11.- Diagrama de la sección externa del brazo principal

$$I_{xx} = \frac{bd^3 - b_1d_1^3}{12} \quad ^9 \quad (2-6)$$

Donde:

b = Ancho de la sección (mm)

d = Altura de la sección (mm)

b₁ = Ancho interior de la sección (mm)

⁹ AISC, Manual of Steel Construction, Eighth Edition, Chicago, Illinois, 1980, P 6-20

d_1 = Alto interno de la sección (mm)

$$I_{xx} = \frac{60 * 100^3 - 52.92^3}{12}$$

$$I_{xx} = 1625685,33(mm^4)$$

$$S_{xx1} = 32513,7(mm^3)$$

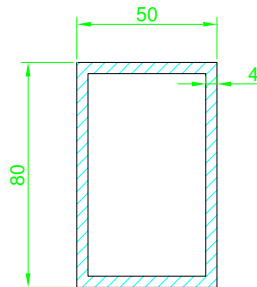


Figura 2-12.- Diagrama de la sección interna del brazo principal

$$I_{xx} = \frac{50 * 80^3 - 42.72^3}{12}$$

$$I_{xx} = 826965,3(mm^4)$$

$$S_{xx2} = 20674,13(mm^3)$$

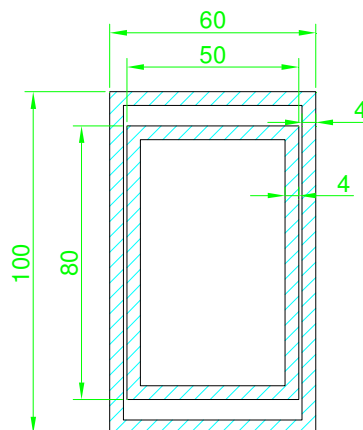


Figura 2-13.- Diagrama de la sección compuesta del brazo principal

$$\begin{aligned}\Rightarrow S_{xx} &= S_{xx1} + S_{xx2} \\ S_{xx} &= 32513,7 + 20674,13 \\ S_{xx} &= 53187,833 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

Por lo tanto el módulo de la sección compuesta cumple con los requerimientos de carga y a continuación se verifica la suposición de que el elemento sometido a carga no es esbelto.

$$\frac{l}{r_T} \leq 53$$

Donde:

l = Largo del brazo principal (mm)

r_T = Radio de giro de la sección del brazo principal (mm)

A = Área de la sección transversal del elemento (mm²)

I_{xx} = Momento de Inercia de la sección en el eje x-x (mm⁴)

$$\begin{aligned}r_T &= \sqrt{\frac{I_{xx}}{A}} & 10 & & (2-7) \\ r_T &= \sqrt{\frac{2452650,63 \text{ mm}^4}{2192 \text{ mm}^2}} \\ r_T &= 33,5 \text{ mm} \\ \frac{l}{r_T} &= \frac{1200}{33,5} = 36\end{aligned}$$

¹⁰ MOTT, R; RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADA; Prentice-Hall; Mexico; 1996; Pag 516

La relación de esbeltez es 36 por lo que la suposición inicial en este diseño es correcta y su factor de seguridad es de 1,8.

2.4.3 Brazo Telescópico

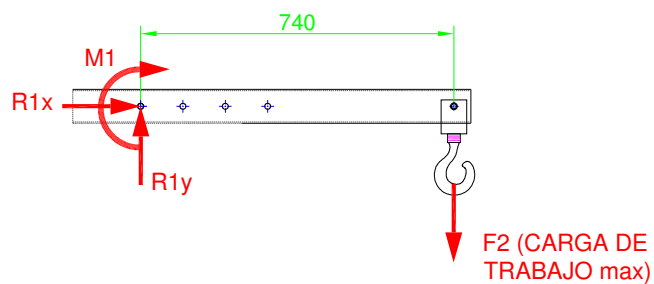


Figura 2-14.- Diagrama de cuerpo libre del brazo telescópico.

En la sección 2.2 se analizó que el brazo principal necesita de un refuerzo para resistir la carga cuando esta en su longitud más corta, y la sección se dimensionó como se muestra en la figura 2.12, utilizando la misma sección pero para la longitud más larga de trabajo (Figura 2.2) se tiene lo siguiente:

Donde:

f_1 = Esfuerzo producido por las cargas de flexión (N/m^2)

M_1 = Momento máximo producido por las cargas (N)

C = Distancia al eje neutro de la sección (mm)

I_{xx} = Momento de Inercia de la sección en el eje x-x (mm^4)

S_{xx} = Módulo de la sección en el eje x-x (mm^3)

FS = Factor de seguridad

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{1y} = F_2$$

Donde:

F_2 = Carga máxima que resiste el brazo telescópico en su longitud máxima (N)

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$M_1 = 0,74(m) * F_2$$

$$F_2 = \frac{M_1}{0,74(m)}$$

$$F_2 = \frac{3082,64(N * m)}{0,74(m)}$$

$$F_2 = 4165,73(N)$$

Por lo tanto la carga máxima que puede resistir el brazo telescópico una vez que se encuentre en la longitud máxima es del 43% de la carga total es decir 425 Kg.

2.4.4 Patas Soporte

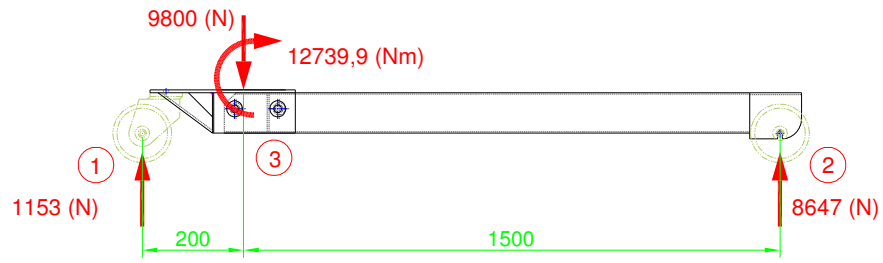


Figura 2-15.- Diagrama de cuerpo libre de las patas de soporte.

Para un sistema en equilibrio se tiene lo siguiente:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{1y} + R_{2y} = 9800(N)$$

$$\sum M_3 = 0$$

$$- R_{1y} * 0,2(m) + R_{2y} * 1,5(m) - M_3 = 0$$

$$- 1153(N) * 0,2(m) + 8647(N) * 1,5(m) - M_3 = 0$$

$$- 230,6(Nm) + 12970,5(Nm) - M_3 = 0$$

$$M_3 = 12739,9(Nm)$$

Una vez encontradas las fuerzas que actúan sobre el brazo principal se puede obtener los diagramas de momento y cortante como se muestran en la figura 2.16.

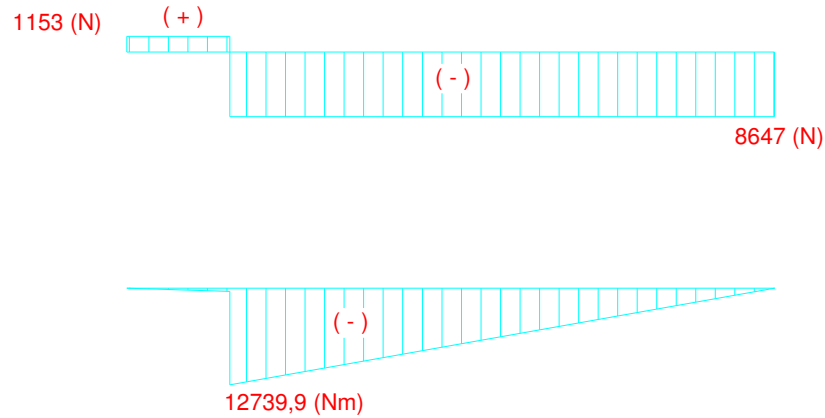


Figura 2-16.- Diagrama de fuerza cortante y de momento flector respectivamente con sus valores máximos, para las patas soporte.

Una vez obtenido los esfuerzos a los que esta sometido las patas soporte se prosigue de la siguiente forma:

$$f_b^* = \frac{M_{\max}^* C}{I_{xx}} \quad ^{11}$$

$$S_{xx} = \frac{I_{xx}}{C} \quad ^{12}$$

¹¹ MOTT, R; RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADA; Prentice-Hall; Mexico; 1996; Pag 277

¹² MOTT, R; RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADA; Prentice-Hall; Mexico; 1996; Pag 289

$$\text{Asumiendo} \rightarrow f_b = F_b = \frac{S_y}{FS} = \frac{1}{1,6} S_y = 0,6 * S_y$$

$$\Rightarrow 0,6 S_y = \frac{M_{\max}}{S_{xx}}$$

$$S_{xx} = \frac{M_{\max}}{0,6 * S_y}$$

$$M_{\max} = 12739,9 (Nm)$$

$$S_{xx} = \frac{12739,9 (Nm)}{0,6 * 248,56 * 10^6 (N / m^2)} = 0,0000854 (m^3) * \frac{1000^3 (mm^3)}{1 (m^3)}$$

$$S_{xx} = 85400 (mm^3)$$

Las patas de soporte son dos perfiles que resisten toda la carga del brazo hidráulico, en conjunto esta deben tener un módulo de sección igual a 85424,7 mm³ pero cada una de las patas debe cumplir con $S_{xx} = 42700 \text{ mm}^3$

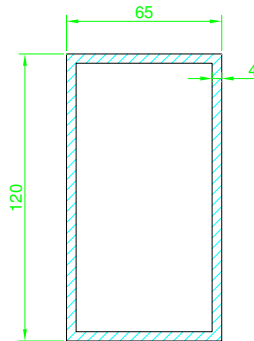


Figura 2-17.- Diagrama de la sección transversal de una de las patas soporte.

Asumiendo un perfil tenemos que:

$$I_{xx} = \frac{65 * 120^3 - 57 * 112^3}{12}$$

$$I_{xx} = 2686592 (mm^4)$$

$$S_{xx} = 44776,5 (mm^3)$$

Este módulo de sección obtenido supera el mínimo que se necesita para que cada una de las patas pueda resistir la carga del conjunto hidráulico.

2.4.5 COLUMNA

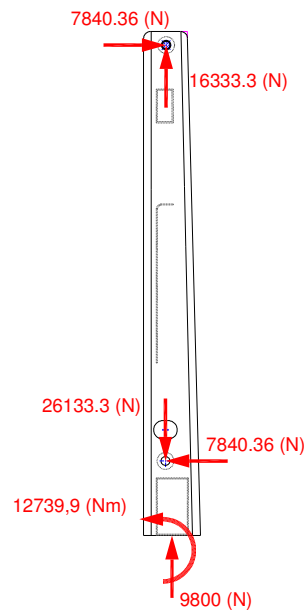


Figura 2-18.- Diagrama de cuerpo libre de la columna.

El diagrama de cuerpo libre se forma con las reacciones tanto del brazo principal como la de las patas soporte, para observar mas claramente ver la figura 2.30.

Una vez encontradas las fuerzas que actúan sobre el brazo principal se puede obtener los diagramas de momento y cortante como se muestran en la figura 2.19.

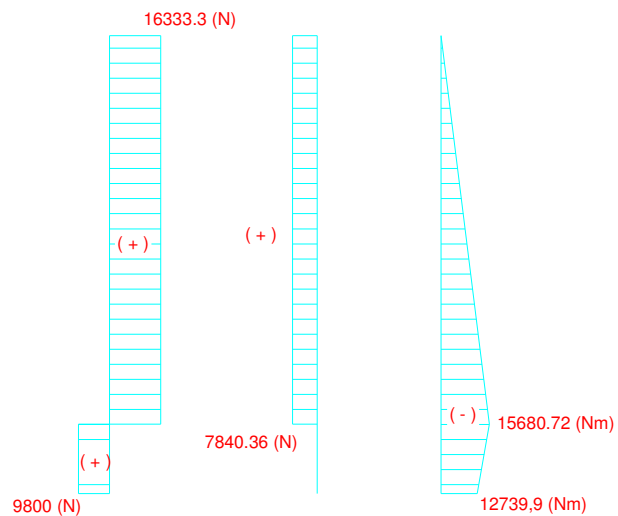


Figura 2-19.- Diagrama de fuerza axial, cortante y de momento flector respectivamente

Con sus valores máximos, para la columna.

La sección utilizada para la columna será una sección compuesta para que esta sea más liviana.

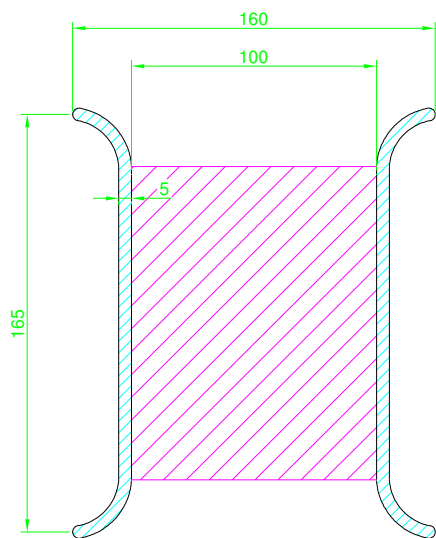


Figura 2-20.- Diagrama de la sección transversal de la columna

Las propiedades de esta sección se muestran a continuación:

$$I_{xx} = 6944479(mm^4)$$

$$I_{yy} = 4181979(mm^4)$$

$$S_{xx} = 84176(mm^3)$$

$$S_{yy} = 61955(mm^3)$$

$$r_{xx} = 56,833(mm)$$

$$r_{yy} = 44,1034(mm)$$

Donde:

I_{xx} = Momento de Inercia de la sección en el eje x-x (mm^4)

S_{xx} = Módulo de la sección en el eje x-x (mm^3)

I_{yy} = Momento de Inercia de la sección en el eje y-y (mm^4)

S_{yy} = Módulo de la sección en el eje y-y (mm^3)

r_{xx} = Radio de giro de la sección en el eje x-x (mm)

r_{yy} = Radio de giro de la sección en el eje y-y (mm)

$$Le = Kl = 2,1 * 2 = 4,2m$$

$$r = 44,1034mm$$

$$Sr = 95,23$$

Donde:

L = Longitud Real (m)

Le = Longitud efectiva (m)

K = Factor de fijación de los extremos

r = Radio de giro mínimo de la sección transversal de la columna (mm)

Sr = Razón de esbeltez

C_c = Constante de la columna

f_a = Esfuerzo axial que actúa en la columna (N/m^2)

F_a = Esfuerzo axial admisible en la columna (N/m^2)

f_{bx} = Esfuerzo de flexión que actúa en la columna (N/m^2)

f_{bx} = Esfuerzo de flexión admisible de la columna (N/m^2)

$$C_c^* = \sqrt{\frac{2\pi^2 * E}{S_y}} \quad 13 \quad (2-9)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * 207 * 10^9 (N / m^2)}{248 * 10^6 (N / m^2)}}$$

$$C_c = 128,35 \Rightarrow AISC$$

$$C_c = 128 \quad 14 \quad (2-10)$$

$$\frac{K * l}{r} = 95,23$$

$$F_a = 13,6ksi$$

$$F_a = 95818373,45 (N / m)$$

$$\frac{f_a}{F_a} \leq 0,15$$

$$f_a = \frac{F}{A} = \frac{9800N}{2,15 * 10^3 m^2} = 4558139,53 (N / m^2) \quad 15 \quad (2-11)$$

$$\frac{4558139,53}{95818373,45} \leq 0,15$$

$$0,0475 \leq 0,15$$

¹³ AISC, Manual of Steel Construction, Eighth Edition, Chicago, Illinois, 1980, P 5-19

¹⁴ MOTT, R; RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADA; Prentice-Hall; Mexico; 1996; Pag 522

¹⁵ AISC, Manual of Steel Construction, Eighth Edition, Chicago, Illinois, 1980, P 5-22

$$fbx = \frac{M * C}{I}$$

$$fbx = \frac{15680.72 Nm}{84176 mm^3 * \frac{1 m^3}{1000^3 mm^3}}$$

$$fbx = \frac{15680.72 N}{8,4176 * 10^{-5} m^2}$$

$$fbx = 186284927 (N / m^2)$$

$$\frac{l}{r} = \frac{2000}{44,1032}$$

$$\frac{l}{r} = 45,35$$

$$0,6F_y$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fbx}{Fbx} \leq 1$$

$$0,0475 + \frac{186284927}{248,56 * 10^6} \leq 1$$

$$0,0475 + 0,749 \leq 1$$

$$0,7965 \leq 1$$

El índice de trabajo según el AISC para esfuerzos combinados debe ser menor a 1, como se muestra en los cálculos realizados anteriormente, la sección seleccionada para conformar la columna tiene un índice de trabajo de 0,8, lo que demuestra que el perfil resistirá los esfuerzos a los que será sometido el equipo.

2.4.6 BASE DE COLUMNA

$$tp = 2m \sqrt{\frac{fp}{F_y}} \quad 16 \quad (2-12)$$

Donde:

tp = espesor placa

¹⁶ AISC, Manual of Steel Construction, Eighth Edition, Chicago, Illinois, 1980, P 3-99

m = distancia del extremo de la placa a la columna

f_p = presión ejercida en base

F_y = esfuerzo fluencia

Asumiendo $t_p = 5\text{mm}$

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

$$A = 0,0256\text{m}^2$$

$$f_p = \frac{9800\text{N}}{0,0256\text{m}^2}$$

$$f_p = 382812,5\text{N} / \text{m}$$

$$\Rightarrow m = \frac{t_p}{2\sqrt{\frac{f_p}{S_y}}}$$

$$m = \frac{5\text{mm}}{2\sqrt{\frac{382812,5}{248,56 * 10^6}}}$$

$$m = \frac{5\text{mm}}{0,0785}$$

$$m = 63,7\text{mm}$$

$$\Rightarrow m = n$$

Para el cálculo de la base de la columna, se realiza una analogía con una placa base de una estructura estática, utilizando formulas simplificadas que nos brinda el manual AISC, se determina las dimensiones de esta base, que resistirá las cargas de trabajo a las que estará sometido el equipo.

2.4.6.1 Soldadura De La Base Y La Columna Principal

Se debe considerar en el diseño de máquinas muchos aspectos importantes de la soldadura, como la determinación de la dimensión adecuada de soldadura, esto implica un análisis de esfuerzos de cada una de las partes del prototipo sometidas a cargas. Para cada uno de las juntas soldadas se utilizarán las recomendaciones y procedimientos de la American Welding Society (AWS).

La A.I.S.I. recomienda para soldar aceros estructurales con una resistencia a la fluencia menor o igual a 36 Ksi, utilizar electrodos ASTM A 223 E60XX, que presenta un esfuerzo permisible al corte de 13,6 Ksi (89,63 MPa) en el cordón de la soldadura.

Una soldadura a tope tiene igual o mayor resistencia que la placa y no hay necesidad de calcular el esfuerzo en la soldadura.

La soldadura se define como una coalescencia (unión por fusión) localizada de metal que se produce mediante calentamiento a temperaturas convenientes, con aplicación de presión o sin ellas y con utilización de metal de relleno o sin él.

El cordón de soldadura que se da en la columna se da en todo el contorno de la base y tiene la siguiente forma:

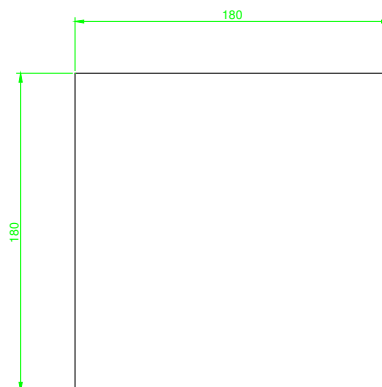


Figura 2-21.- Diagrama del cordón de soldadura entre la base y la columna del equipo

La carga flectora a la que esta sometida esta junta entre base y columna es de 12739,9 (Nm) como se puede observar en el diagrama de cuerpo libre en la figura 2.15.

Por lo tanto:

$$[\sigma] = \frac{M_j \times C_c}{I_c}$$

Donde

$[\sigma]$ = Esfuerzo admisible del cordón de soldadura (MPa)

M_j = Momento flector al que esta sometido la junta en (Nm)

C_c = Línea neutral del cordón de soldadura (m)

I_c = Inercia total del cordón de soldadura (m⁴)

El esfuerzo admisible se determina en base al factor de seguridad:

Asumiendo FS = 2 se tiene:

$$[\sigma] = \frac{S_y}{FS} = \frac{89,63(MPa)}{2} = 44,815(MPa)$$

La inercia total del cordón de soldadura se calcula con la siguiente formula:

$$I_c = 0,707 \times h \left(\frac{d^2}{6} (3b + d) \right) \quad 17 \quad (2-13)$$

Donde:

h = Espesor de filete de soldadura (mm)

d = ancho del cordón de soldadura (m)

b = Largo del cordón de soldadura (m)

La línea neutral del cordón de soldadura para esta configuración es igual a d/2

Combinando las ecuaciones anteriormente descritas y los datos disponibles se tiene:

$$[\sigma] = \frac{M_j \times C_c}{I_c}$$

$$44,815(MPa) = \frac{12739,9(Nm) \times \frac{d}{2}}{0,707 \times h \left(\frac{d^2}{6} (3b + d) \right)}$$

$$h = \frac{12739,9(Nm) \times \frac{0,18(m)}{2}}{0,707 \times 44,818 \times 10^6 \left(\frac{N}{m^2} \right) \times \left(\frac{0,18^2(m^2)}{6} (3 \times 0,18 + 0,18)(m) \right)}$$

$$h = 9,3 \times 10^{-3}(m) = 9,3(mm)$$

Por lo tanto se concluye, que la soldadura en la base de la columna se hará con las siguientes especificaciones:

¹⁷ Shigley, E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 5^{ta} Ed, México, Grupo Editorial McGraw Hill, 1890, P 448

Soldadura continúa

Tipo plana F

Tipo de proceso SAW

Con un ancho de filete ≥ 9 mm

2.5 DISEÑO DE ELEMENTOS SECUNDARIOS

2.5.1 Eje Principal

EJE PRICIPAL

$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad 18 \quad (2-14)$$

$$F_R = \sqrt{16333,3^2 + 7840,36^2}$$
$$F_R = 18117,614(N)$$

$$M_{\max} = \frac{F_R * l}{4} \quad 19 \quad (2-15)$$

$$M_{\max} = \frac{18117,614(N) * 0,10m}{4}$$

$$M_{\max} = 452,9(Nm)$$

¹⁸ Shigley, E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 5^{ta} Ed, México, Grupo Editorial McGraw Hill, 1890, P 48

¹⁹ AISC, Manual of Steel Construction, Eighth Edition, Chicago, Illinois, 1980, P 2-116

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{M}{S_{xx}}$$

Para un cilindro

$$S_{xx} = \frac{\pi * d^3}{32} \quad 20 \quad (2-16)$$

Asumiendo un factor de seguridad de 2, tenemos:

$$\sigma = \frac{S_y}{Fs} = \frac{S_y}{2}$$

$$S_y = AISI1080 = 614 * 10^6 (N / m^2)$$

$$\Rightarrow S_{xx} = \frac{M}{\sigma}$$

$$\frac{\pi * d^3}{32} = \frac{M}{\sigma}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M * 32}{\sigma * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * M * 32}{S_y * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * 452,9 * 32}{614 * 10^6 * \pi}}$$

$$d = 0,025m$$

$$d = 25mm$$

²⁰ AISI, Manual of Steel Construction, Eighth Edition, Chicago, Illinois, 1980, P 6-22

Comprobando la resistencia del material al corte se tiene:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F_R}{A} \\ \tau &= \frac{18117,614(N)}{\frac{\pi \times d^2}{4}} = \frac{18117,614(N)}{\frac{\pi \times 25^2 \text{ mm}^2}{4}} \\ \tau &= 36,9 \times 10^6 (N / m^2) \\ \therefore FS &= \frac{0,66Sy}{\tau} = \frac{0,66 \times 614 \times 10^6 (N / m^2)}{36,9 \times 10^6 (N / m^2)} = 10,9\end{aligned}\tag{2-19}$$

2.5.2 Eje 1 Y 2 Del Cilindro Hidráulico

EJE1 Y EJE 2 DEL CILINDRO

$$\begin{aligned}F_R &= \sqrt{Fx^2 + Fy^2} \\ F_R &= \sqrt{7840,36^2 + 26133,3^2} \\ F_R &= 27284,072(N)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{\max} &= \frac{F_R * l}{4} \\ M_{\max} &= \frac{27284,072(N) * 0,10(m)}{4} \\ M_{\max} &= 682,101(Nm)\end{aligned}$$

²¹ Shigley, E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 5^{ta} Ed, México, Grupo Editorial McGraw Hill, 1890, P 58

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{M}{S_{xx}}$$

Para un cilindro

$$S_{xx} = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Asumiendo un factor de seguridad de 2, tenemos:

$$\sigma = \frac{S_y}{Fs} = \frac{S_y}{2}$$

$$S_y = AISI1080 = 614 * 10^6 (N / m^2)$$

$$S_{xx} = \frac{M}{\sigma}$$

$$\frac{\pi * d^3}{32} = \frac{M}{\sigma}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M * 32}{\sigma * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * M * 32}{S_y * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * 682,101 * 32}{614 * 10^6 * \pi}}$$

$$d = 0,028m$$

$$d = 28,28mm$$

Comprobando la resistencia del material al corte se tiene:

$$\tau = \frac{F_R}{A}$$

$$\tau = \frac{27284,072(N)}{\frac{\pi \times d^2}{4}} = \frac{27284,072(N)}{\frac{\pi \times 28,28^2 mm^2}{4}}$$

$$\tau = 43,43 \times 10^6 (N / m^2)$$

$$\therefore FS = \frac{0,66 Sy}{\tau} = \frac{0,66 \times 614 \times 10^6 (N / m^2)}{43,43 \times 10^6 (N / m^2)} = 9,33$$

2.5.3 Pasador De Soportes

PASADOR DE SOPORTE

$$F_R = 9800(N)$$

$$M_1 = \frac{F_R * l}{4}$$

$$M_1 = \frac{9800(N) * 0,050(m)}{4}$$

$$M_1 = 122,5(Nm)$$

$$M_{\max} = \frac{M_1 + M}{4}$$

$$M_{\max} = \frac{122,5 + 11430,12}{4}$$

$$M_{\max} = 2888,15(Nm)$$

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{M}{S_{xx}}$$

Para un cilindro

$$S_{xx} = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Asumiendo un factor de seguridad de 2 tenemos:

$$\sigma = \frac{S_y}{F_s} = \frac{S_y}{1,5}$$

$$S_y = AISI1080OQT700 = 1303 * 10^6 (N / m^2)$$

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{M}{S_{xx}}$$

$$S_{xx} = \frac{M}{\sigma}$$

$$\frac{\pi * d^3}{32} = \frac{M}{\sigma}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M * 32}{\sigma * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{1,5 * M * 32}{S_y * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * 2888,15 * 32}{1303 * 10^6 * \pi}}$$

$$d = 0,036m$$

$$d = 36mm$$

Comprobando la resistencia del material al corte se tiene:

$$\tau = \frac{F_R}{A}$$

$$\tau = \frac{9800(N)}{\frac{\pi \times d^2}{4}} = \frac{9800(N)}{\frac{\pi \times 36^2 mm^2}{4}}$$

$$\tau = 9,62 \times 10^6 (N / m^2)$$

$$\therefore FS = \frac{0,66 Sy}{\tau} = \frac{0,66 \times 614 \times 10^6 (N / m^2)}{9,62 \times 10^6 (N / m^2)} = 42$$

2.5.4 Eje Soporte De Gancho De Carga

EJE SOPORTE DEL GANCHO

$$F_R = 9800(N)$$

$$M_{\max} = \frac{F_R * l}{4}$$

$$M_{\max} = \frac{9800(N) * 0,05(m)}{4}$$

$$M_{\max} = 122,5(Nm)$$

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{M}{S_{xx}}$$

Para un cilindro

$$S_{xx} = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Asumiendo un factor de seguridad de 2 tenemos:

$$\sigma = \frac{S_y}{Fs} = \frac{S_y}{2}$$

$$S_y = AISI1080 = 614 * 10^6 (N / m^2)$$

$$S_{xx} = \frac{M}{\sigma}$$

$$\frac{\pi * d^3}{32} = \frac{M}{\sigma}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M * 32}{\sigma * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * M * 32}{S_y * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * 122,5 * 32}{614 * 10^6 * \pi}}$$

$$d = 0,015m$$

$$d = 15,95mm$$

Comprobando la resistencia del material al corte se tiene:

$$\tau = \frac{F_R}{A}$$

$$\tau = \frac{9800(N)}{\frac{\pi * d^2}{4}} = \frac{9800(N)}{\frac{\pi * 15,95^2 mm^2}{4}}$$

$$\tau = 49 \times 10^6 (N / m^2)$$

$$\therefore FS = \frac{0,66 S_y}{\tau} = \frac{0,66 \times 614 \times 10^6 (N / m^2)}{49 \times 10^6 (N / m^2)} = 8,3$$

2.5.5 Pasador De Brazo

PASADOR DE BRAZO

$$F_R = 9800(N)$$

$$M_{\max} = \frac{F_R * l}{4}$$

$$M_{\max} = \frac{9800(N) * 0,060(mm)}{4}$$

$$M_{\max} = 174(Nm)$$

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{M}{S_{xx}}$$

Para un cilindro

$$S_{xx} = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Asumiendo un factor de seguridad de 2 tenemos:

$$\sigma = \frac{S_y}{F_s} = \frac{S_y}{2}$$

$$S_y = AISI1080 = 614 * 10^6 (N / m^2)$$

$$S_{xx} = \frac{M}{\sigma}$$

$$\frac{\pi * d^3}{32} = \frac{M}{\sigma}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M * 32}{\sigma * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * M * 32}{S_y * \pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 * 174 * 32}{614 * 10^6 * \pi}}$$

$$d = 0,017m$$

$$d = 17,93mm$$

Comprobando la resistencia del material al corte se tiene:

$$\tau = \frac{F_R}{A}$$

$$\tau = \frac{9800(N)}{\frac{\pi \times d^2}{4}} = \frac{9800(N)}{\frac{\pi \times 17,93^2 mm^2}{4}}$$

$$\tau = 38,8 \times 10^6 (N / m^2)$$

$$\therefore FS = \frac{0,66 S_y}{\tau} = \frac{0,66 \times 614 \times 10^6 (N / m^2)}{38,8 \times 10^6 (N / m^2)} = 10,4$$

2.5.6 Diagrama General De Cortantes Y Momentos

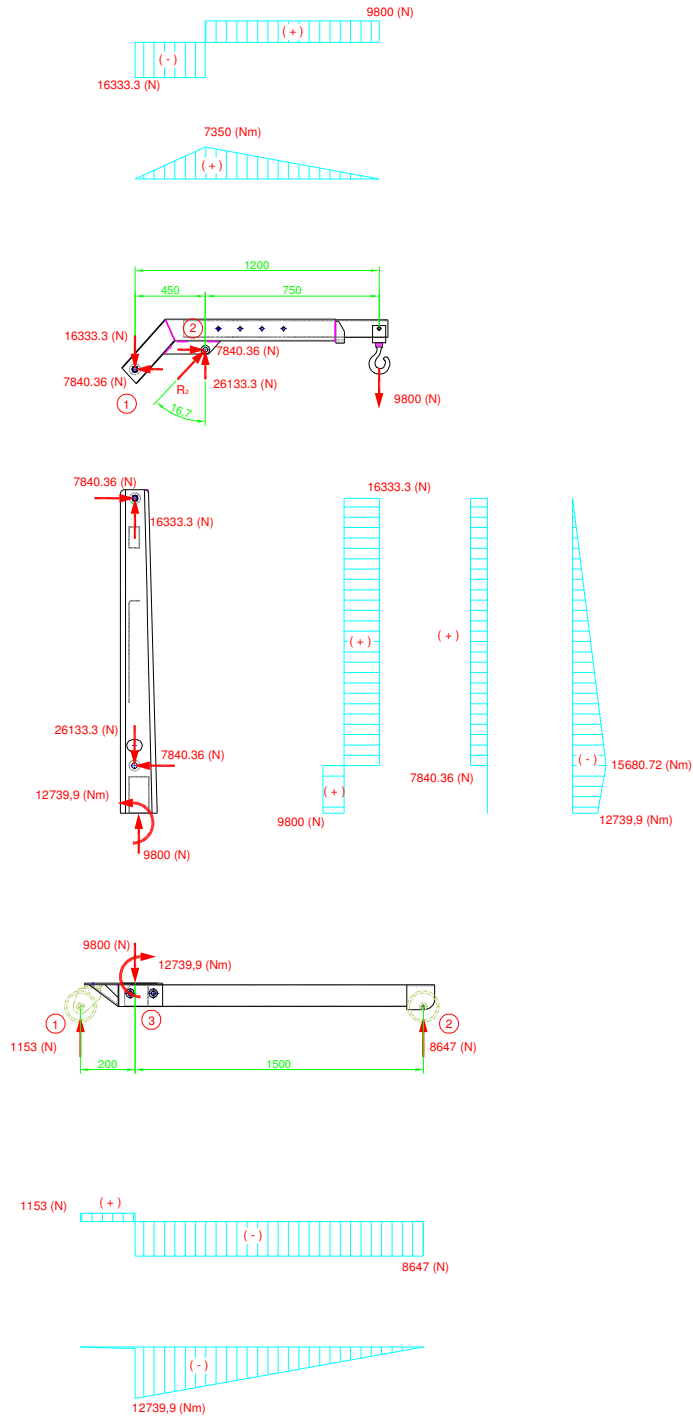


Figura 2-22.- Diagrama de cargas, fuerza axial, cortante y de momento flector respectivamente, con sus valores máximos, para todo el conjunto del brazo hidráulico.

2.6 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTANDART

2.6.1 Cilindro Hidráulico

En los sistemas hidráulicos y neumáticos la energía es transmitida a través de tuberías. Esta energía es función del caudal y presión del aire o aceite que circula en el sistema.

El cilindro es el dispositivo mas comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica.

La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales".

En la figura 2.23, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto por que realiza ambas carreras por la acción del fluido.

Las partes de trabajo esenciales son: 1) La camisa cilíndrica encerrada entre dos cabezales, 2) El pistón con sus guarniciones, y 3) El vástago con su buje y guarnición.

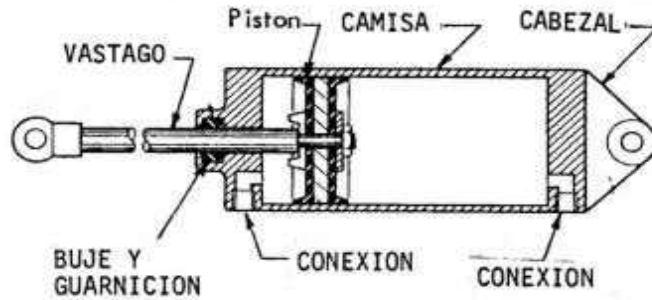


Figura 2.23 Partes principales de un cilindro hidráulico de doble efecto

2.6.2 Cálculo de la Fuerza de Empuje.

Las figuras 2.24A y 2.24B son vistas en corte de un pistón y vástago trabajando dentro de la camisa de un cilindro. El fluido actuando sobre la cara anterior o posterior del pistón provoca el desplazamiento de éste a largo de la camisa y transmite su movimiento hacia afuera a través del vástago.

El desplazamiento hacia adelante y atrás del cilindro se llama "carrera". La carrera de empuje se observa en la, Fig.2.24A y la de tracción o retracción en la Fig. 2.24B.

La presión ejercida por el fluido hidráulico sobre el pistón se manifiesta sobre cada unidad de superficie del mismo como se ilustra en la figura 2.34

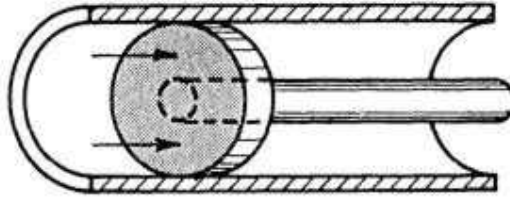


Figura.2.24A, Fuerza ejercida por el pistón al momento de subir

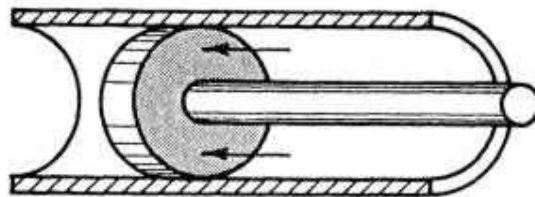


Figura.2.24B, Fuerza ejercida por el pistón al momento de bajar

Si nuestro manómetro indica en Kg./cm², la regla para hallar la fuerza total de empuje de un determinado cilindro es: "El empuje es igual a la presión manométrica multiplicada por la superficie total del pistón", o:

$$F \text{ (Kg.)} = P \text{ (Kg./cm}^2\text{)} \times A \text{ (cm}^2\text{)} \quad ^{22} \quad (2-20)$$

²² Shigley, E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 5^{ta} Ed, México, Grupo Editorial McGraw Hill, 1890, P 48

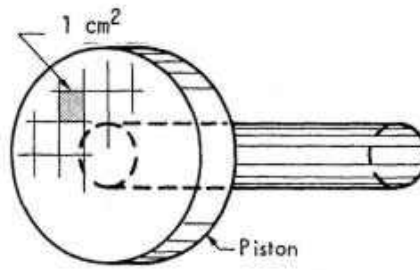


Figura 2.25 Área neta del pistón.

Importante: La fuerza de retracción del pistón de la figura 2.25 está dada por la presión multiplicada por el área "neta" del pistón. El área neta es la superficie total del pistón menos el área del vástago.

La presión necesaria en el sistema hidráulica va a ser igual a:

$$P = \frac{F}{A} \quad 23 \quad (2-21)$$

Donde:

P = Presión dentro del cilindro (Pa)

F = Fuerza ejercida en el émbolo (N)

A = Área de la sección transversal (m²)

La fuerza ejercida en el émbolo es 27284 (N), según el diagrama de cuerpo libre de mostrado en la figura 2.5., en el mercado se encuentra cilindros de 3 pulg. De diámetro exterior y cuyo émbolo tiene un área superficial de $2,98 \times 10^{-3}$ (m²) según el catálogo PARKER.

²³ Parker, Industrial Hydraulic Technology, 21th Ed., Ohio, Group Parker – Hannifin Corporation, 1986, P.2-3

$$P = \frac{27284(N)}{2,98 \times 10^{-3}(m^2)} = 9155,7(KPa) \approx 1328(Psi)$$

2.6.3 Selección De La Unidad De Potencia

En la selección de la unidad compacta de potencia, usamos el catálogo de la Jhons S. Barnes (J.S.B.) y el manual de KIT INC., para lo cual realizamos los cálculos correspondientes de diseño de un circuito hidráulico.

Con estos cálculos determinamos:

- El caudal que debe entregar la bomba.
- La potencia del motor eléctrico.
- La capacidad del reservorio de aceite.

2.6.3.1 Determinación Del Caudal De La Bomba

El tiempo de elevación debe ser aproximadamente de 12,5 seg., para un recorrido de 412mm, determinados geométricamente en los esquemas previos del equipo a ser diseñado.

Entonces el caudal Q será:

$$Q = V \times A = \frac{\text{carrera}}{t} \times \text{Area} * \text{de} * \text{Pistón} \quad ^{24} \quad (2-21)$$

$$Q = \frac{0,412(m)}{15(seg)} \times 2,98 \times 10^{-3} (m^2) = 8,185 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 1,3 \text{ GPM}$$

Por lo tanto seleccionamos la bomba que entrega 1,3 GPM de caudal.

2.6.3.2 Determinación De La Potencia Del Motor

Usando la fórmula de la potencia en términos de presión en psi y caudal en GPM tenemos:

$$\text{Potencia} = p \times Q \times 0,000583 \quad ^{25}$$

Donde:

²⁴ Shigley, E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 5^{ta} Ed, México, Grupo Editorial McGraw Hill, 1890, P 48

²⁵ Parker, Industrial Hydraulic Technology, 21th Ed., Ohio, Group Parker – Hannifin Corporation, 1986, P.4-5

Potencia en Hp

p = presión de fluido en psi

Q = caudal en GPM

Para los datos anteriormente calculados tenemos:

p = 1328
psi

Q = 1,3 GPM

Se tiene:

Potencia = 1328psi x 1,3 GPM X 0.000583 = 1 HP

El motor seleccionado es de potencia 1 HP.

2.6.3.3 Determinación De La Capacidad Del Reservorio De Aceite

El volumen de aceite en el cilindro es:

$$V = 1228 \text{ cm}^3$$

$$V = 0.27 \text{ Gal.}$$

El catálogo de la JSB, establece que el reservorio de aceite sea de 2,5 a 3 veces el volumen de aceite utilizado en el cilindro.

Entonces seleccionamos el reservorio JSB BAO, de capacidad 1 galón.

Adicionalmente seleccionamos los siguientes accesorios hidráulicos:

- Válvula direccional 2/2

- Válvula de control de flujo

- Válvula de control de presión de 0 a 1500 psi

El código de la unidad compacta de potencia seleccionada, uniendo todos los elementos anteriores es 1C2D3A4F5A6AE7A8 de KIT INC., como se indica en la figura 2-26



Figura 2-26 Unidad compacta de potencia

MARCA: HALDEX

FABRICACION: USA

MODELO: 1C2D3A4F5A6AE7A8

PART NUMBER: 2200727

CODE NUMBER: 9130450081

2.6.3.4 Selección De Los Accesorios De Unión Del Circuito Hidráulico.

Los accesorios son seleccionados del catálogo de ERMETO.

La manguera de conducción de aceite de la unidad de potencia al cilindro hidráulico es MAPAT - 6, que tiene una presión de trabajo de 280 kg/cm² (3974 psi).

Terminal de unión entre cilindro hidráulico y manguera, PTAT 6x4

Terminal de unión entre unidad de potencia y manguera, PFAT 3/8 x 90 x 6

2.6.3.5 Diseño Del Circuito Hidráulico

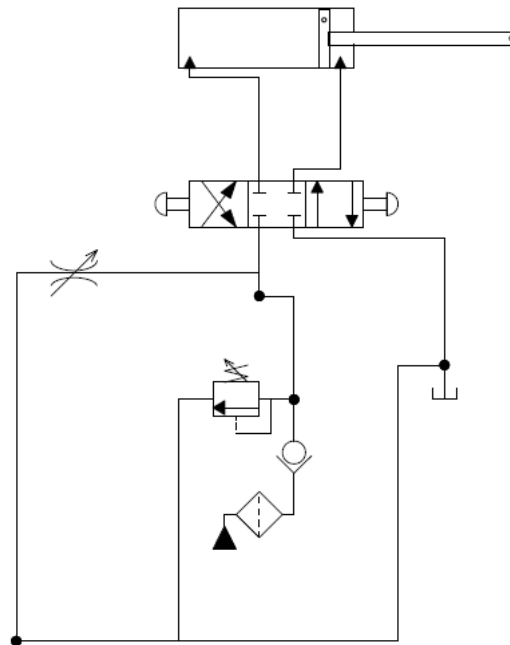


Figura 2-27 Circuito Hidráulico

De la figura 2-27 tenemos:

Z = Pistón Hidráulico

N = Válvula de retención antiretorno.

I = Válvula limitadora de presión

H = Válvula reguladora de caudal de doble vía.

E = Válvula limitadora de presión regulable

G = Válvula de retención

A = Motor de corriente continua

B = Bomba de accionamiento hidráulico

C = Reservorio de aceite

D = Cableado de potencia

T = Switch de mando

2.6.4 Gancho De Carga

El gancho se encuentra solicitado a tracción en su parte recta y simultáneamente a tracción y flexión en la parte curva. Los ganchos se construyen de sección trapecial o elíptica, por lo general, si bien puede ser de sección circular o rectangular sus dimensiones pueden determinarse según las normas DIN 687 688 y 689 ²⁶.

²⁶ PARETO L , Formulario de Mecánica 4ta Ed Gersa Barcelona 1989

En el mercado se puede encontrar ganchos para diferentes capacidades de carga, en éste caso se escoge un gancho para una carga de una tonelada y media.

2.6.5 Ruedas Giratorias

Las garruchas realmente se encuentran bajo la acción de una carga pequeña, pero debe tomarse como limitante el que la grúa no roce con el suelo para lo cual se escoge un diámetro de 100mm.

2.6.6 Ruedas

La selección se hace usando el catálogo de la marca LAG, puesto que en el mercado solo existen ruedas de poliamida serie “ A “

Estas ruedas son las que soportan la mayor parte de la carga es decir que deben soportar 8.085 KN si se considera el factor de impacto, por lo que cada rueda debe soportar una carga de 4.0425 KN de carga.

En el mercado se puede encontrar una rueda de poliamida de diámetro 150 mm, con una capacidad de carga de 4.27 KN

2.6.7 Selección De Los Pernos De Sujeción De La Columna

Los pernos se seleccionan en base a la fuerza que van a ejercer para evitar que la columna pierda la estabilidad, como se tiene que son dos pernos entonces la fuerza que debe ejercer cada uno de ellos es de 30.43 KN Entonces se puede escoger un perno M12 * 2 calidad 5,8 que puede soportar una tensión de 43.73 KN por lo que este satisface con la exigencia del perno.

CAPITULO III

PROCESO DE CONSTRUCCION Y MONTAJE

3.1 PROCESOS

El proceso puede verse como la esencia del negocio, no solo la mayor parte del trabajo se hace a través de procesos si no que gran parte de los aspectos que en realidad diferencian a las organizaciones entre si es inherente a su proceso particular de trabajo. Esta aseveración es perfectamente razonable, la materia prima y el mismo capital humano están a disposición de todas las empresas, por lo tanto el proceso es uno de los factores mas importantes que contribuyen a la ventaja competitiva, sin embargo a pesar de su importancia parece no haber sido tomado en cuenta por los teóricos de la administración ni por los administradores mismos. Cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto o servicio a un cliente interno o extremo, en un determinado tiempo y costo.

3.1.1 Definición de Proceso

Es el conjunto de actividades concatenadas destinadas a generar un producto o servicio a un plazo dado.

El objetivo de un proceso es proveer un producto o servicio de calidad superior en el menor plazo posible al más bajo costo a fin de conseguir una satisfacción total del cliente.

Un proceso es efectivo cuando genera un producto o servicio que cumple consistentemente con los requisitos del cliente, logrando su plena satisfacción.

Un proceso es eficiente cuando genera un producto o servicio haciendo la mejor utilización posible de los recursos.

Los procesos se mejoran por diferentes razones. Primero: son parte del diseño de negocios que suministran la máxima diferenciación y potencial para la ventaja competitiva. Segundo: mejorar el proceso es la única oportunidad para reducir de manera significativa los costos sin disminuir los resultados o la calidad. Tercero: la tecnología apoya directamente al proceso de manera que mejorarlo es la óptima forma de sacar ventaja de nuevas tecnologías.

Los proyectos para elevar la calidad y para el cambio organizacional han sido mucho más utilizados que los esfuerzos para la modificación de procesos, sin embargo cuando no se ha considerado la mejora del proceso dichos procesos han sido menos eficaces de lo que hubiesen podido ser.

- "Un completo conjunto de actividades, de principio a fin, que juntas crean valor para el cliente".
- Cualquier actividad o grupo de actividades que toman entradas, les agregan valor y proveen salidas a un cliente interno o externo".

- "Una serie de pasos diseñados para producir un producto o servicio. La mayoría de los procesos son ínter funcionales, cubriendo el espacio muerto en el organigrama".

3.1.2 Elaboración del Diagrama de Operaciones del Proceso

Con la elaboración de este diagrama podemos conocer los puntos en que se introducen materiales o materia prima en el proceso, así también conocemos el orden de las inspecciones a realizarse y de todas las operaciones que se hacen, además puede contener información necesaria como el tiempo requerido la situación de cada paso o si sirven ciclos de fabricación.

El fin de éste diagrama es el de disminuir las demoras, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo, así como dar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos en el proceso.

Contener información necesaria como el tiempo requerido la situación de cada paso o si sirven ciclos de fabricación.

El fin de éste diagrama es el de disminuir las demoras, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo, así como dar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos en el proceso.

Tabla 3.1 Secuencia de Operación de Trabajo. Véase también en Anexos.

SECUENCIA DE TRABAJO																								
DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO										Nº 01				UIDE										
Trabajo: Construcción de la base de la grua										RESUMEN														
Material: Acero ASTM A36										ACCIONES			ACTUAL			PROPUESTO			ECONOMÍA					
													Nº	Dist.	Tiemp.	Nº	Dist.	Tie.	Nº	Dist.	Tie.			
Diagrama comienza: Salida de bodega		Diagrama termina: Bodega								○ Operación			11		283'									
Preparado por: José Pantoja –		Fecha: 03/FEB/2012								⇨ Transporte			6	15	25'									
										□ Control			4		30'									
										⏸ Demora			5		10'									
										▽ Almacenaje			1											
Unidades administrativas: Dpto. De Producción										TOTALES			27	15	348'									
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO										SIMBOLOS					ANALISIS					CAMBIOS				
										Operación	Transporte	Almacenaje	Control	Retraso	Distancia (metro)	Cantidad	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	NOTAS	Elimine	Combine	Sequencia	Persona
Paso Nº																								
1	Se toma de la bodega	●	⇨	□	⏸	▽																		
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇨	□	⏸	▽	2	5																
3	Rayado y Trazado de medidas	●	⇨	□	⏸	▽		15																
4	Se lleva hacia la mesa de corte	○	⇨	□	⏸	▽	2	5																
5	Se coloca sobre la entenalla	●	⇨	□	⏸	▽		15																
6	Se realiza el corte de las piezas	●	⇨	□	⏸	▽		80																
7	Cambio de herramienta	○	⇨	□	●	▽		2																
8	Limpiar y Quitar excesos	●	⇨	□	⏸	▽		20																
9	Verificación de medidas	○	⇨	■	⏸	▽		10																
10	Llevar hacia zona de soldadura	○	⇨	□	⏸	▽	4	3																
11	Se unela base con la columna a escuadra	●	⇨	□	⏸	▽		45																
12	Cambio de herramienta	○	⇨	□	●	▽		2																
13	Colocación de puntos de suelda	●	⇨	□	⏸	▽		30																
14	Comprobación de alineación de columna	○	⇨	■	⏸	▽		10																
15	Cambio de herramienta	○	⇨	□	●	▽		2																
16	Soldadura total de uniones	●	⇨	□	⏸	▽		45																
17	Llevar a mesa de pulido	○	⇨	□	⏸	▽	2	2																
18	Pulir y limpiar	●	⇨	□	⏸	▽		15																
19	Inspección de porosidad de la suelda	○	⇨	■	⏸	▽		5																
20	Llevar a la mesa de trabajo	○	⇨	□	⏸	▽	2	5																
21	Cambio de herramienta	○	⇨	□	●	▽		2																
22	Limpieza con desengrasante	●	⇨	□	⏸	▽		15																
23	Cambio de herramienta	○	⇨	□	●	▽		2																
24	Tomar la estructura	●	⇨	□	⏸	▽		3																
25	Llevar a bodega	○	⇨	□	⏸	▽	3	5																
26	Espera de otras operaciones	○	⇨	□	⏸	▼																		

3.2 MANEJO DE MATERIALES

El diseño del sistema exige, en primer lugar, un análisis muy completo. Los parámetros físicos del negocio así como el sistema del manejo de materiales se definen por la uniformidad o la diversidad de las características del manejo de la

línea de productos, por la tasa de transacción, el volumen de movimiento y el perfil del inventario en cada paso de la operación.

Al manejar materiales, se debe determinar, dónde, por qué y hasta donde se debe hacer. Se debe preguntar si la carga de trabajo del manejo de materiales, así como las características del sistema se puede alterar mediante el cambio de las políticas de mercadotecnia, del diseño del empaque y rebajas de precios.

El manejo de materiales es tiempo y el tiempo demanda costo. Los materiales que fluyen a través del sistema o que éste almacenado esperando una acción o disposición, genera costos y al generación de los costos esta directamente relacionada con el tiempo.

En las operaciones de fabricación el gasto del manejo de materiales es causado, en su mayoría, por la transportación y almacenaje del trabajo en proceso, entre una operación y otra. En el ambiente moderno justo a tiempo, o en la operación mecanizada o automatizada, el sistema de manejo de materiales es, con frecuencia, parte integral del diseño del equipo de manufactura y del sistema de manejo de materiales.

La reducción en el manejo de materiales son utilidad pura. Los cambios en las operaciones del manejo de materiales no afectan en el diseño, la función o la comercialización del producto. Estos cambios en el sistema si reducen el costo en la fabricación y la distribución del producto. Si el precio del mercado es estable, la reducción en el costo aumenta al margen bruto y por lo tanto, todo representa utilidad.

3.3 PLAN DE PRODUCCIÓN

La planificación es escoger y relacionar hechos para prever y formular actividades propuestas que se suponen necesarias para lograr resultados deseados.

La planificación es la fase inicial del proceso administrativo. Sin planeación no existe una ejecución inteligente ni aprovechamiento racional de los recursos

3.4 ESTUDIO DE MÉTODOS

Cuando se ha diseñado el producto y determinado una cantidad establecida de elementos que han de intervenir, es necesario identificar un sistema de producción que debe apegarse al diseño, es entonces cuando se debe realizar una forma de control de la utilización de materiales diferentes, una revisión de tolerancias, puede llegar a procesos de operaciones más económicos.

Para facilitar la comparación de los distintos procesos de producción, se utiliza una representación gráfica de las actividades y secuencias necesarias para obtener el producto. Esta gráfica es generalmente conocida con el nombre de diagrama de proceso.

Este diagrama de proceso nos sirve para el momento de realizar un trabajo, se debe buscar la manera de mejorarlo en todo lo posible, para lo cual se debe saber exactamente en que consiste, y muy rara vez en trabajos simples y de muy poco tiempo de realización, se podrá tener la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Necesitamos entonces hacer uso de la observación para detectar todos los detalles y registrarlos debidamente.

En un diagrama de procesos se representa gráficamente los pasos que deben seguirse en una secuencia de actividades de un proceso, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con la naturaleza de la tarea que se realiza. Incluye también información que se considera necesaria para poder realizar el análisis de distancias, cantidad y tiempo requeridos.

Para facilitar la eliminación de ineficiencias, con fines analíticos es conveniente clasificar las acciones que se dan en un proceso de fabricación. Estos muchas veces se conocen bajos los términos de operaciones, transporte, retrasos o demoras y almacenajes como lo detallamos a continuación

3.4.1 Operación

Una operación tiene lugar cuando se altera intencionadamente cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto en; cuando es montado en otro o desmontado; o, cuando se dispone o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación, cuando se da o recibe información, cuando se hace un cálculo o planeamiento.

3.4.2 Transporte

Se define como un transporte a cualquier movimiento que no sea parte integral de una operación o inspección como enviar datos a la matriz (proveedor), distribuir

material a la próxima estación, transportar bienes para el cliente, caminar, almacenar.

3.4.3 Control

Tiene lugar un control cualquier comparación o verificación de características contra los estándares de calidad. Establecidos para el mismo, pueden ser verificar, requisar, inspeccionar partes y aprobar.

3.4.4 Retraso

Tiene lugar un retraso cuando las circunstancias, excepto las inherentes al proceso, no permiten la ejecución inmediata de la acción siguiente conforme a lo planificado

3.4.5 Almacenaje

Se produce un almacenaje cuando, se guarda o protege un objetivo de forma que se puede retirar sin la correspondiente autorización

3.4.6 Actividad Combinada

Cuando se desea indicar actividades realizadas a la vez, o por el mismo operario, en el mismo puesto de trabajo, se combinan los símbolos correspondientes a estas

actividades. Por ejemplo el círculo colocado dentro del cuadrado representa una combinación de operación e inspección.

3.5 CONSTRUCCIÓN

3.5.1 Construcción de la Base



Figura 3.1 Fotografía de la placa base a) vista Frontal

El bastidor compre de: plancha soporte y estrucca trapezoidal, 2 garruchas, 2 ruedas.



Figura 3.2 Fotografía de las garruchas y ruedas de la base.

- La plancha soporte es de acero estructural ASTM A-36 de 600 * 500 * 6 en troncado.
- Garruchas
- Perfiles (JISG3194 de 100 * 50 * 6 mm)
- Ruedas de poliamida de 150 mm
- Platinas de acero JISG3194 de 100 * 6 mm

- Electrodo E6011
- Electrodo E6013
- Electrodo E1018

Todas las especificación de estos elementos se han obtenido en base al estudio realizado en el capítulo II, en los que se considera la disponibilidad de estos materiales existentes en el mercado.

3.5.2 Proceso

Corte del material a las medidas especificadas

Soldadura de:

Los lados que forman la V de la base y el lado menor de la base, los refuerzos para los lados que forman la V de la base, los lados que forman la base y el lado mayor de la base, el soporte de la columna y el lado menor de la base, el soporte de la columna y el lado mayor de la base, la plancha trapecial a la base, los lados que forman la V de la base y los apoyos de las ruedas.

3.5.3 Construcción de la Columna



Figura 3.3 Fotografía de la columna a) Vista Frontal.

Es un elemento principal que comprende de perfil C y platina.

- Platina de ASTM A-36
- Electrodo E6011
- Electrodo E6013
- Electrodo E7018

3.5.3.1 Proceso

Cortar los materiales en dimensiones apropiadas, realizar bisel ara que la soldadura sea a profundidad total, soldar cada una de las platinas de manera que se obtenga un perfil rectangular, cortar la placa de apoyo de la columna y realizar los agujeros necesarios para su fijación, cortar las cartelas y realizar los agujeros respectivos, soldar el perfil rectangular a la placa de apoyo, el refuerzo de la columna y a la placa de apoyo, las cartelas de apoyo del cilindro al refuerzo de la columna.

3.5.4 Construcción del Brazo



(a)



(b)

Figura 3.4 Fotografía de los brazo principal y telescópico. a) Vista Frontal, b)

Vista lateral con gancho.

El brazo en cuestión es un elemento principal de la estructura en conjunto. A continuación se detalla los materiales que se utilizó para la construcción del mismo.

- Perfil C laminado JISG3194
- Platina de acero JISG3194
- Electrodo E6011
- Electrodo E6013
- Electrodo E7018
- Pintura anticorrosiva

Todos los materiales se han seleccionado de acuerdo al estudio realizado en el capítulo II. Con los materiales disponibles en el mercado.

3.5.4.1 Proceso

Corte del perfil y platina a las dimensiones requeridas, realizar un bisel tanto en: perfil C como platina, soldar los materiales de manera que se obtenga un perfil de forma rectangular, realizar el primer cordón con electrodo E6011, el segundo cordón con electrodo E7018, taladrar los agujeros respectivos.

Por último todas las piezas que forman la estructura son pintadas con dos capas de pintura: pintura anticorrosiva y laca negra automotriz.

3.5.5 Construcción de las Patas



Figura 3.5 Fotografía de las patas. a) Vista Lateral, b) vista Frontal.

Las patas son un elemento principal de la estructura en conjunto. A continuación se detalla los materiales que se utilizaron para la construcción del mismo

- Perfil C laminado JISG3194
- Platina de acero JISG3194
- Electrodo E6011
- Electrodo E6013
- Electrodo E7018
- Pintura anticorrosiva

Todos los materiales se han seleccionado de acuerdo al estudio realizado en el capítulo II, con los materiales disponibles en el mercado.

3.5.5.1 Proceso

Corte del perfil y platina a las dimensiones requeridas, realizar un bisel tanto en: perfil C, soldar los materiales que se obtenga un perfil de forma rectangular, realizar el primer cordón con electrodo E6011, el segundo cordón con electrodo E7018, taladrar los agujeros respectivos

Por ultimo todas las piezas que forman la estructura son pintadas con dos capas de pintura anticorrosiva.

3.5.6 Construcción de los ejes y Pasadores



Figura 3.6 Fotografía de los ejes y pasadores,

a) Vista superior

3.5.7 Montaje Del Equipo Mecánico



(a)



(b)

Figura 3.7 Fotografía de equipo armado a) Vista Frontal b) vista Lateral.



(a)



(b)

Figura 3.8 Fotografía de equipo electro-hidráulico, a) Vista Frontal, b) vista Lateral

El montaje de la grúa hidráulica para la elevación y transportación de carga se realiza de la siguiente manera:

Primero enfocamos a piezas que se deben acoplar entre si tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Un plano de fabricación, el mismo que debe ser claro y contener todos los detalles necesarios.
- Trazos de cada pieza a acoplarse bien definidos.
- Buenos cortes de las piezas trazadas, los cuales deben ser exactos.
- Un armado exacto de la estructura.
- Buena perforación y limpieza del material a soldar.
- Excelentes cordones de soldadura iniciales y finales.
- Buena limpieza de la escoria de las juntas soldadas y de sus respectivos materiales.
- Buena coloración de la pintura.

Una vez unidos todos los elementos que requieren de soldadura para la formación de cuerpos independientes, procedemos a identificar cada uno de los elementos o cuerpo que van acoplados al bastidor (Base), para de ésta manera realizar el montaje final en forma ordenada.

- A.** Se procede inicialmente a montar los sistemas de movimientos de traslación (ruedas, pasadores, seguros y garruchas) cuidando de que los elementos se acoplen de acuerdo a los planos realizados.

- B.** Se acopla columna – bastidor, asegurándolos que los planos que unen estos sistemas tengan el torque adecuado.
- C.** A continuación se acopla viga – columna, por medio de un pasador con su respectivo seguro.
- D.** Se instala el cilindro hidráulico entre la viga y la columna por medio de pasadores y seguros.
- E.** Se monta sobre la base la bomba hidráulica.
- F.** Finalmente, se hacen las conexiones.

CAPITULO IV

PREUBAS DE CARGA

4.1 TABULACION DE LAS PRUEBAS

Para demostrar la funcionalidad del equipo se realizara pruebas de carga y se tabulara parámetros de la misma, descrito a continuación:

Carga Vs Tiempo de izaje.

Carga Vs Presión hidráulica.

4.1.1 Carga Vs. Tiempo de izaje

Una de las variables principales en el uso del equipo es el tiempo de izaje para diferentes cargas, las pruebas reflejan los siguientes datos:

CARGA (KG)	TIEMPO (SEG)
0	3
250	4
500	6
750	8
1000	10

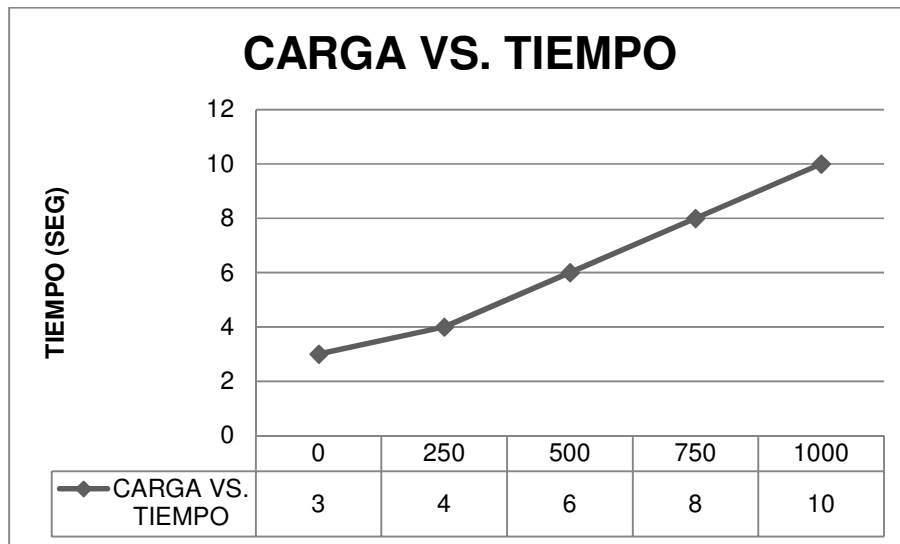


Figura 4.1 Carga Vs Tiempo de izaje

La grafica muestra que mientras aumenta la carga el tiempo de izaje también aumenta, aproximadamente el tiempo tarda 20% más de la carga media.

Esta prueba se realizo con el brazo telescópico en la posición mas corta, para lograr mayor capacidad de carga del equipo.

4.1.2 Carga Vs. Presión hidráulica

La presión hudraulica es un factro de igual manera muy importante de controlar, para el correcto funcionamiento del equipo, las pruebas de carga muestran las diferente presiones a las que esta sometido el cilindro hidráulico a diferentes condiciones de carga

CARGA (KG)	PRESION (PSI)
0	500
250	1000
500	2000
750	2500
1000	3000

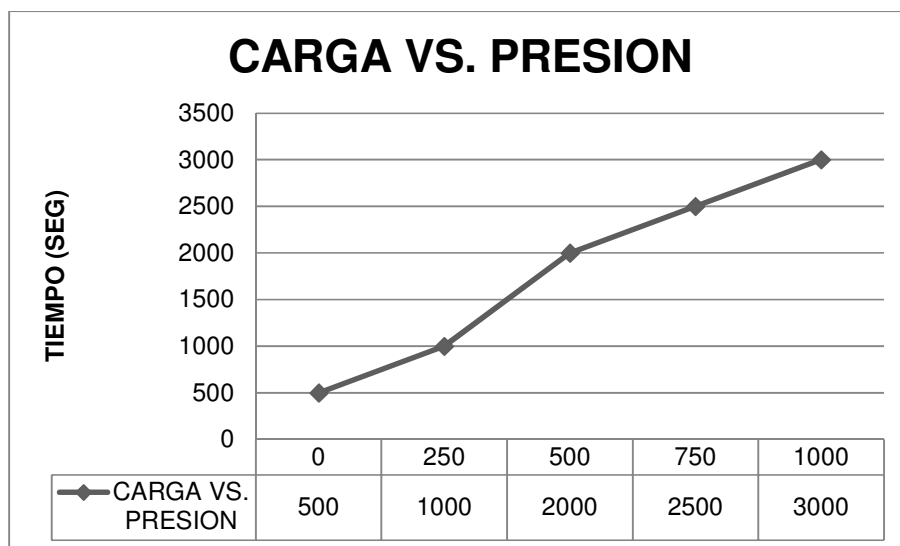


Figura 4.2 Carga Vs Presión Hidráulica

Se puede observar que la presión de aceite va aumentando gradualmente, mientras aumenta la carga; el equipo utilizado tiene capacidad superior de presión, por lo que los implementos de seguridad para evitar un exceso de la misma son fundamentales, para evitar accidentes.

CONCLUSIONES

La grúa diseñada y construida, presenta múltiples ventajas para el mantenimiento en un taller mecánico a comparación de los equipos tradicionales, tales como: velocidad de izaje de carga, versatilidad; es un equipo compacto fácil de transportar.

La grúa hidráulica presenta una capacidad útil de 1 tonelada (1000 kg) con una altura de izaje de 2100mm y un alcance de brazo de 1000mm con el brazo telescópico en la posición mas corta; mientras que con el brazo telescópico en la posición mas larga se consigue una altura de izaje de 2300mm, un alcance de 1470 mm y una capacidad útil de 0.35 ton (350 kg).

La grúa presenta gran facilidad de operación de elementos pesados en la reparación o el mantenimiento de un automotor, ya que puede acceder a modelos de gran tamaño y peso, como por ejemplo a Camiones Medianos (Hyundai HD 65) que tienen una altura de 1500 mm y una longitud de acceso a motor de 850mm, con motores que pesan aproximadamente 750 Kg, requerimientos que la grua cumple satisfactoriamente.

La fabricación de la grúa se realizo en talleres locales, con materiales fáciles de conseguir en el mercado nacional (cumpliendo con las especificaciones propias del diseño), cada una de los componentes fuer construido en base al diseño y los planos de construcción de los mismos(ver anexos).

El diseño mecánico se realizó en base a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, poniendo énfasis en el diseño de elementos mecánicos, considerando los respectivos factores de seguridad propios para cada elemento y las recomendaciones para la construcción.

El diseño hidráulico conjuntamente con el control eléctrico se realizó íntegramente con los conocimientos adquiridos en las prácticas de taller de las asignaturas correspondientes, utilizando elementos de fácil adquisición en el mercado local y que cumplan con las características específicas.

Las pruebas realizadas respecto al levantamiento son satisfactorias, presentando un consumo de energía moderado, una velocidad de izaje rápida (a referencia de un accionamiento manual) y una presión hidráulica que cumple los parámetros calculados sin exceder los límites de dispositivos de seguridad.

El mantenimiento de la grúa requiere de un plan mínimo de servicio, siendo la tarea principal la lubricación de las articulaciones, la revisión de nuestro motor electrohidráulico, y dispositivos de control o electroválvulas.

RECOMENDACIONES

La grúa debe ser utilizada por personal previamente capacitado, ya que es un equipo de trabajo y su uso inadecuado puede causar accidentes laborales (dependiendo el mal uso leves, medias o graves).

La grúa esta diseñada para soportar carga de hasta una tonelada por lo tanto se debe evitar sobre carga para que no exceda la presión de la bomba y pueda generar daños en el sistema.

Se debe tener en cuenta el espacio físico en el que va a funcionar la grua tanto para su translación como para su izaje.

Se recomienda el uso de la grúa en pisos lisos para que pueda circular la misma sin mayor dificultad.

Para un uso constante del equipo se recomienda cumplir un plan de mantenimiento trimestral, revisando los principales componentes del mismo.

Se recomienda utilizar un dispositivo de anclaje seguro y eficaz para todas las piezas a ser elevadas, para evitar accidentes por caídas de elementos a ser levantados.

Se debe evitar al cien por ciento el izaje de equipos que no estén correctamente equilibrados para evitar el efecto péndulo de la carga.

No se debe izar carga si el equipo no se encuentra correctamente apoyado en sus patas, el equipo no este a nivel o se encuentra en una pendiente.

BIBLIOGRAFIA

- Norton, R: Diseño de Maquinas; 1ra Edición, México 1999.
- Mott, R; Diseño de Elementos de Máquinas; 2da Edición, Prentice Hall Hispanoamericana S. A, México, 1995.
- Baumesiter, T; Marks Manual del Ingeniero Mecánico; 8va Edición; McGraw-Hill, México, 1984.
- Hughes, W; dinámica de fluidos; traducción de la 1ra Edición., McGraw-Hill, México, 1990.
- Mott, R; Mecánica de Fluidos aplicada; Prentice Hispanoamericana, México.
- Parker: Industrial Hydraulic Technology; 21th Edición., Group Parker-Hannifin Corporation, Ohio, 1986.
- Faires, V: Diseño de Elementos de Maquinas, Barcelona, Montaner y Simón Editres, 1990.
- Shigley, J: Diseño en Ingeniería Mecánica; 3ra Edición., McGraw-Hill, México, 1985.
- Singer, F; resistencia de Materiales, 3ra Edición, México, Harla, 1982.
- AISC, Manual of Steel Construction; 8th Edition, Chicago, 1982.
- REMETO, Catalogo de Mangueras.
- REMETOS, Catálogo de Accesorios Hidráulicos.
- JSB, Catálogo de Estaciones Hidráulicas.
- KIT INC., Catálogo de Estaciones Hidráulicas
- INEN; Norma de Dibujo Mecánico; Quito 1995.

ANEXOS

[illegible]

SECUENCIA DE TRABAJO

[illegible]

SECUENCIA DE TRABAJO

[illegible]

SECUENCIA DE TRABAJO

[illegible]

[illegible]

SECUENCIA DE TRABAJO																	
DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO						Nº 08			UIDE								
Trabajo: Construcción del Eje 1 y 2						RESUMEN											
Material: Acero AISI 1080						ACCIONES			ACTUAL			PROPUESTO			ECONOMÍA		
									Nº	Dist.	Tiemp.	Nº	Dist.	Tie.	Nº	Dist.	Tie.
Diagrama comienza: Salida de bodega		Diagrama termina: Bodega				○ Operación			11		283'						
						⇒ Transporte			6	15	25'						
						□ Control			4		30'						
						⏸ Demora			5		10'						
						▽ Almacenaje			1								
Unidades administrativas: Dpto. De Producción						TOTALES			27	15	348'						
Paso Nº	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	SÍMBOLOS				ANÁLISIS							CAMBIOS				
		Operación	Transporte	Almacenaje	Control	Distancia (metro)	Cantidad	Tiempo	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	NOTAS	Elimine	Combine	Sequencia	Persona	Mejore
1	Se toma de la bodega	●	⇒	□	⏸	▽											
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇒	□	⏸	▽	2	5									
3	Rayado y Trazado de medidas	●	⇒	□	⏸	▽		15									
4	Se lleva hacia la mesa de corte	○	⇒	□	⏸	▽	2	5									
5	Se coloca sobre la entenalla	●	⇒	□	⏸	▽		15									
6	Se realiza el corte de las piezas	●	⇒	□	⏸	▽		80									
7	Cambio de herramienta	○	⇒	□	■	▽		2									
8	Limpiar y Quitar excesos	●	⇒	□	⏸	▽		20									
9	Verificación de medidas	○	⇒	■	⏸	▽		10									
10	Llevar hacia zona de soldadura	○	⇒	□	⏸	▽	4	3									
11	Se unela base con la columna a escuadra	●	⇒	□	⏸	▽		45									
12	Cambio de herramienta	○	⇒	□	■	▽		2									
13	Colocación de puntos de suelda	●	⇒	□	⏸	▽		30									
14	Comprobación de alineación de columna	○	⇒	■	⏸	▽		10									
15	Cambio de herramienta	○	⇒	□	■	▽		2									
16	Soldadura total de uniones	●	⇒	□	⏸	▽		45									
17	Llevar a mesa de pulido	○	⇒	□	⏸	▽	2	2									
18	Pulir y limpiar	●	⇒	□	⏸	▽		15									
19	Inspección de porosidad de la suelda	○	⇒	■	⏸	▽		5									
20	Llevar a la mesa de trabajo	○	⇒	□	⏸	▽	2	5									
21	Cambio de herramienta	○	⇒	□	■	▽		2									
22	Limpieza con desengrasante	●	⇒	□	⏸	▽		15									
23	Cambio de herramienta	○	⇒	□	■	▽		2									
24	Tomar la estructura	●	⇒	□	⏸	▽		3									
25	Llevar a bodega	○	⇒	□	⏸	▽	3	5									
26	Espera de otras operaciones	○	⇒	□	⏸	▼											

SECUENCIA DE TRABAJO																		
DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO						Nº 09				UIDE								
Trabajo: Construcción del pasador						RESUMEN												
Material: Acero AISI 1080						ACCIONES			ACTUAL			PROPUESTO			ECONOMÍA			
									Nº	Dista.	Tiemp.	Nº	Dist.	Tie.	Nº	Dist.	Tie.	
Diagrama comienza:		Diagrama termina:				○ Operación			11		283'							
Salida de bodega		Bodega				⇒ Transporte			6	15	25'							
Preparado por: José Pantoja – Luis Jaramillo		Fecha: 03/FEB/2012				□ Control			4		30'							
						◇ Demora			5		10'							
						▽ Almacenaje			1									
Unidades administrativas: Dpto. De Producción						TOTALES			27	15	348'							
Paso Nº	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO					SIMBOLOS					ANALISIS					CAMBIOS		
						Operación	Transporte	Almacenaje	Retraso	Control	Distancia (metro)	Cantidad	Tiempo	¿Dónde?	¿Cuándo?			
1		Se toma de la bodega				●	⇒	□	◇	▽								
2		Se lleva hacia la mesa de trabajo				○	⇒	□	◇	▽	2	5						
3		Rayado y Trazado de medidas				●	⇒	□	◇	▽		15						
4		Se lleva hacia la mesa de corte				○	⇒	□	◇	▽	2	5						
5		Se coloca sobre la entenalla				●	⇒	□	◇	▽		15						
6		Se realiza el corte de las piezas				●	⇒	□	◇	▽		80						
7		Cambio de herramienta				○	⇒	□	■	▽		2						
8		Limpiar y Quitar excesos				●	⇒	□	◇	▽		20						
9		Verificación de medidas				○	⇒	■	◇	▽		10						
10		Llevar hacia zona de soldadura				○	⇒	□	◇	▽	4	3						
11		Se unela base con la columna a escuadra				●	⇒	□	◇	▽		45						
12		Cambio de herramienta				○	⇒	□	■	▽		2						
13		Colocación de puntos de suelda				●	⇒	□	◇	▽		30						
14		Comprobación de alineación de columna				○	⇒	■	◇	▽		10						
15		Cambio de herramienta				○	⇒	□	■	▽		2						
16		Soldadura total de uniones				●	⇒	□	◇	▽		45						
17		Llevar a mesa de pulido				○	⇒	□	◇	▽	2	2						
18		Pulir y limpiar				●	⇒	□	◇	▽		15						
19		Inspección de porosidad de la suelda				○	⇒	■	◇	▽		5						
20		Llevar a la mesa de trabajo				○	⇒	□	◇	▽	2	5						
21		Cambio de herramienta				○	⇒	□	■	▽		2						
22		Limpieza con desengrasante				●	⇒	□	◇	▽		15						
23		Cambio de herramienta				○	⇒	□	■	▽		2						
24		Tomar la estructura				●	⇒	□	◇	▽		3						
25		Llevar a bodega				○	⇒	□	◇	▽	3	5						
26		Espera de otras operaciones				○	⇒	□	◇	▼								