

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL PARA LA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B"

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

WASHINGTON FABIÁN CRIOLLO CHILIG.

LATACUNGA - ECUADOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Washington Fabián Criollo Chilig

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL PARA MINICARGADORA CAT 226B”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Junio del 2010.

C. C. No.- 1715884746

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Washington Fabián Criollo Chilig

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL PARA LA MINICARGADORA CAT 226B”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Junio del 2010

C. C. No.- 1715884746

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. GUIDO TORRES (DIRECTOR)

ING. JUAN CASTRO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL PARA MINICARGADORA CAT 226B**”, realizado por el señor: WASHINGTON FABIÁN CRIOLLO CHILIG, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan al señor: WASHINGTON FABIÁN CRIOLLO CHILIG, que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Coordinador de Carrera.

Latacunga, Junio del 2010

Ing. GUIDO TORRES

DIRECTOR

Ing. JUAN CASTRO

CODIRECTOR

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por WASHINGTON FABIÁN CRIOLLO CHILIG, bajo nuestra supervisión.

ING. GUIDO TORRES
DIRECTOR DE PROYECTO

ING. JUAN CASTRO
CODIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A mi familia, núcleo de fortaleza, inspiración, razón de ser; Manuelito, María Francisca, Jorge Geovanny, Paty, Antoni Josué, Andrés Sebastián, Blanca Yolanda, Pablo, Cristian, Steven Alexander, para ustedes y por ustedes, el fruto de tanto esfuerzo y trabajo se ve reflejado en un momento muy especial en nuestras vidas, la culminación y obtención de mi carrera.

A ustedes por su apoyo, amor y comprensión, en los momentos alegres y tristes, en los fáciles y no muy fáciles, por sus consejos que siempre estuvieron y estarán presentes en cada decisión en mi vida, por la confianza entregada que durará toda mi vida.

Para todos, porque este trabajo sea la prueba más clara que con sacrificio, dedicación y amor propio se pueden cumplir todas las metas trazadas, que nada es posible pero tampoco imposible, que si nos proponemos somos capaces de alcanzar grandes logros...

Fabián.

AGRADECIMIENTO

A dios, por entregarme el regalo más grande de mi vida y permitir mirar todos los días un nuevo amanecer; por darme una familia tan linda y ejemplar.

A mis padres por su esfuerzo, trabajo y amor que no ha sido en vano; ya que hoy comparten a mi lado la satisfacción del deber cumplido.

A mis hermanos que con su mano amiga me han demostrado su cariño, comprensión y apoyo incondicional, llevándome a alcanzar todas las metas que me he propuesto a lo largo de mi vida.

A la ESPE que representada por sus docentes supieron encaminar en mi vida a base de esfuerzo, el don de la responsabilidad y sabiduría.

A mis amigos y compañeros, por su amistad, apoyo mutuo y los momentos compartidos.

Fabián.

ÍNDICE.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
CERTIFICADO	iv
CERTIFICACIÓN	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN	xvii
PRESENTACIÓN.....	xx

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B

1.1. Introducción.....	1
1.1.1. General	1
1.1.2. Identificación de componentes	2
1.1.3. Cabina del operador.....	3
1.1.4. Tren de fuerza	3
1.1.5. Motor	4
1.1.6. Aditamentos	5
1.1.7. Acoplador rápido	7
1.1.8. Tablero de instrumentos.....	7
1.1.9. Controles de bajo esfuerzo	8
1.1.10. Control doble de aceleración.....	9
1.1.11. Facilidad de servicio.....	10
1.1.12. Horómetro	11
1.2. Características técnicas	11
1.2.1. Motor	11
1.2.2. Pesos	12
1.2.3. Tren de fuerza.....	12
1.2.4. Dimensiones	12

1.2.5. Sistema hidráulico	14
1.2.6. Capacidad de llenado.....	14
1.2.7. Rendimiento	15
1.3. Sistema eléctrico.....	16
1.4. Circuito eléctrico.....	16
1.5. Mantenimiento.....	16

CAPÍTULO II

SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B

2.1. Introducción.....	19
2.2. Bomba hidráulica	20
2.3. Grupo de válvulas hidráulicas	22
2.4. Mangueras y conexiones	23
2.5. Cilindros	24
2.5.1. Tipos de cilindros	25
2.6. Súper flow	26
2.7. Circuito hidráulico	26
2.8. Funcionamiento	26
2.9. Cálculo de comprobación del sistema hidráulico	27
2.9.1. Cilindrada	27
2.9.2. Caudal ideal	28
2.9.3. Rendimiento volumétrico.....	28
2.10. Ciclo de trabajo	29

CAPÍTULO III

DISEÑO MECÁNICO DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

3.1. Introducción.....	30
3.1.1. General	30
3.1.2. Tensión por esfuerzo de corte vertical	30
3.1.3. Factor de seguridad	31
3.2. Diseño de la pluma	34

3.2.1. Croquis de la pluma	34
3.2.2. Estudio estático de la pluma	35
3.3. Diseño del espaldar	39
3.3.1. Croquis del espaldar	39
3.3.2. Estudio estático del espaldar	40
3.4. Selección del gancho de grúa	46
3.4.1. Croquis del gancho	46
3.4.2. Estudio del gancho.....	47
3.5. Diseño del pasador	52
3.5.1. Croquis del pasador	52
3.5.2. Estudio estático del pasador	53
3.6. Calculo estructural del brazo para manejo de material	58
3.6.1. Resultados del diseño	61
3.6.1.1. Estudio estático de la primera ubicación	61
3.6.1.1. Estudio estático de la segunda ubicación	64
3.6.1.1. Estudio estático de la tercera ubicación	66

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

4.1. Introducción	69
4.1.1. General	69
4.1.2. Proceso de soldadura GMAW	69
4.1.3. Característica técnicas de la soldadora GMAW	70
4.1.4. Selección del electrodo y condiciones de soldado	70
4.2. Construcción del brazo para manejo de material	72
4.2.1. Adquisición de la materia prima	72
4.2.2. Cuadro de procesos de construcción del espaldar	74
4.2.3. Construcción del espaldar	67
4.2.4. Cuadro de procesos de construcción de la pluma	81
4.2.5. Construcción de la pluma	82

4.2.6. Cuadro de procesos de construcción de la extensión de la pluma	86
4.2.7. Construcción de la extensión de la pluma	87
4.2.8. Cuadro de procesos del ensamble de la estructura	89
4.2.9. Ensamble del brazo para manejo de material	90

CAPÍTULO V

ADAPTACIÓN Y PRUEBAS

BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

5.1. Características técnicas de la estructura.....	92
5.2. Adaptación del brazo para manejo de material	93
5.3. Pruebas y análisis de resultados.....	96
5.4. Manual de operación.....	100

CAPÍTULO VI

BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

6.1. Conclusiones.....	103
6.2. Recomendaciones	104
Bibliografía	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Minicargadora Caterpillar 226B.....	1
Figura 1.2. Componentes de la minicargadora cat 226B	2
Figura 1.3. Cabina minicargadora cat 226B.....	3
Figura 1.4. Tren de impulsión.....	4
Figura 1.5. Motor cat 226B.....	5
Figura 1.6. Aditamentos cat	6
Figura 1.7. Acoplador rápido.....	7
Figura 1.8. Tablero de instrumentos cat.....	8
Figura 1.9. Palanca universal cat.....	8
Figura 1.10. Mandos de aceleración.....	9
Figura 1.11. Facilidad de servicio.....	10
Figura 1.12. Horómetro	11
Figura 1.13. Dimensiones de la minicargadora cat 226B.....	12
Figura 2.1. Componentes hidráulicos.....	19
Figura 2.2. Bomba hidráulica	20
Figura 2.3. Componentes de la bomba hidráulica.....	21
Figura 2.4. Grupo de válvulas cat	22
Figura 2.5. Símbolos de válvulas cat	23
Figura 2.6. Mangueras cat	23
Figura 2.7. Conexiones cat	24
Figura 2.8. Cilindros cat	24
Figura 2.9. Cilindro de simple efecto.....	25
Figura 2.10. Cilindro de doble efecto	25
Figura 2.11. Sistema súper flow.....	26
Figura 2.12. Palanca universal cat.....	27
Figura 2.13. Ciclo de trabajo	29
Figura 3.1. Curva de aceros.....	31
Figura 3.2. Croquis de la pluma	34
Figura 3.3. Tensión – Peor Caso de la pluma.....	36
Figura 3.4. Desplazamiento resultante de la pluma	37
Figura 3.5. Factor de seguridad de la pluma.....	38

Figura 3.6. Croquis del espaldar	39
Figura 3.7. Restricciones del espaldar	40
Figura 3.8. Aplicación de fuerzas del espaldar.....	40
Figura 3.9. Aplicación de presión del espaldar.....	41
Figura 3.10. Tensión de von Mises del espaldar.....	43
Figura 3.11. Desplazamiento resultante de espaldar	44
Figura 3.12. Factor de seguridad del espaldar.....	45
Figura 3.13. Croquis del gancho de grúa	46
Figura 3.14. Restricción del gancho.....	47
Figura 3.15. Cargas del gancho	47
Figura 3.16. Tensión de von Mises del gancho.....	49
Figura 3.17. Desplazamiento resultante del gancho	50
Figura 3.18. Factor de seguridad del gancho.....	51
Figura 3.19. Croquis del pasador	52
Figura 3.20. Aplicación de restricciones y cargas del pasador	53
Figura 3.21. Tensión de von Mises del pasador.....	55
Figura 3.22. Desplazamiento resultante del pasador.....	56
Figura 3.23. Factor de seguridad del pasador.....	57
Figura 3.24. Ensamble del brazo para manejo de material	58
Figura 3.25. Croquis de la primera ubicación de la estructura	61
Figura 3.26. Cálculo estructural – Tensión Von Mises	62
Figura 3.27. Cálculo estructural - Desplazamiento.....	63
Figura 3.28. Cálculo estructural – Factor de seguridad.....	63
Figura 3.29. Croquis de la segunda ubicación de la estructura	64
Figura 3.30. Cálculo estructural – Tensión Von Mises	65
Figura 3.31. Cálculo estructural - Desplazamiento.....	65
Figura 3.32. Cálculo estructural – Factor de seguridad.....	66
Figura 3.33. Croquis de la tercera ubicación de la estructura	66
Figura 3.34. Cálculo estructural – Tensión Von Mises	67
Figura 3.35. Cálculo estructural - Desplazamiento.....	68
Figura 3.36. Cálculo estructural – Factor de seguridad.....	68
Figura 4.1. Maquina soldadora GMAW	69
Figura 4.2. Trazado de medidas en la plancha	74

Figura 4.3. Calibración de presiones OAW	74
Figura 4.4. Oxicorte.....	74
Figura 4.5. Aplicación de moledora.....	75
Figura 4.6. Enderezado de plancha metálica	75
Figura 4.7. Trazado de medidas	76
Figura 4.8. Proceso de oxicorte	76
Figura 4.9. Aplicación de la moledora	76
Figura 4.10. Verificación de medidas	77
Figura 4.11. Parantes laterales	77
Figura 4.12. Trazado de medidas	77
Figura 4.13. Proceso de oxicorte	78
Figura 4.14. Retiro de rebabas.....	78
Figura 4.15. Trazado de medidas	79
Figura 4.16. Corte por sierra	79
Figura 4.17. Proceso de soldadura GMAW.....	79
Figura 4.18. Estructura de protección	80
Figura 4.19. Espaldar.....	80
Figura 4.20. Corte por sierra alterna	82
Figura 4.21. Verificación de medidas	82
Figura 4.22. Bisel y proceso de soldadura GMAW.....	83
Figura 4.23. Verificación de soldadura GMAW	83
Figura 4.24. Proceso oxicorte	84
Figura 4.25. Biselado y proceso GMAW	84
Figura 4.26. Verificación de soldadura GMAW	85
Figura 4.27. Proceso de taladro.....	85
Figura 4.28. Aplicación de refuerzos a pluma	85
Figura 4.29. Corte de vigas por sierra alterna.....	87
Figura 4.30. Verificación de paralelismo	87
Figura 4.31. Biselado del acople de las vigas UPN.....	87
Figura 4.32. Verificación visual de la soldadura GMAW	88
Figura 4.33. Proceso de taladrar.....	88
Figura 4.34. Acople de extensión con soporte en forma de U	88
Figura 4.35. Acople de todos los componentes	90

Figura 4.36. Lijado y pintado de toda la estructura	91
Figura 4.37. Estructura terminada con adhesivos de seguridad	91
Figura 5.1. Minicargadora cat 226B equipada con la estructura	92
Figura 5.2. Desacoplamiento de seguros del acoplador rápido	93
Figura 5.3. Desacoplamiento del cucharón	93
Figura 5.4. Acoplador rápido libre	94
Figura 5.5. Acoplamiento del brazo para manejo de material	94
Figura 5.6. Acoplamiento de seguros.....	94
Figura 5.7. Minicargadora en operación.....	95
Figura 5.8. Análisis del estudio en la primera ubicación de la estructura	96
Figura 5.9. Análisis del estudio en la segunda ubicación de la estructura	97
Figura 5.10. Análisis del estudio en la tercera ubicación de la estructura.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N.- 1.1	Identificación de componentes cat	2
TABLA N.- 1.2	Características técnicas del motor cat	11
TABLA N.- 1.3	Especificaciones en orden de trabajo	12
TABLA N.- 1.4	Características técnicas del tren de fuerza cat	12
TABLA N.- 1.5	Dimensiones aproximadas de la minicargadora cat.....	13
TABLA N.- 1.6	Características técnicas del sistema hidráulico.....	14
TABLA N.- 1.7	Capacidad de llenado	14
TABLA N.- 1.8	Rendimiento de la minicargadora.....	15
TABLA N.- 1.9	Plan de mantenimiento	17
TABLA N.- 3.1	Datos del material utilizado para la pluma	34
TABLA N.- 3.2	Datos del material utilizado para espaldar	42
TABLA N.- 3.3	Datos del material utilizado para el gancho	48
TABLA N.- 3.4	Datos del material utilizado para el pasador	54
TABLA N.- 3.5	Datos de materiales utilizados para toda la estructura.....	59
TABLA N.- 3.6	Resultados del primer estudio.....	62
TABLA N.- 3.7	Resultados del segundo estudio	64
TABLA N.- 3.8	Resultados del tercer estudio.....	67
TABLA N.- 4.1	Características técnicas de la soldadura GMAW	70
TABLA N.- 4.2	Características técnicas del alambre de soldadura GMAW	71
TABLA N.- 4.3	Características técnicas de las condiciones de soldadura	72
TABLA N.- 5.1	Resultados del primer análisis con diferentes cargas	97
TABLA N.- 5.2	Resultados del segundo análisis con diferentes cargas.....	98
TABLA N.- 5.3	Resultados del tercer análisis con diferentes cargas	99

RESUMEN

OBJETIVO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL PARA MINICARGADORA CAT 226B”

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolló principalmente para brindar seguridad al operario al momento de levantar y transportar maquinaria industrial, motores de combustión interna y otros afines, que requieren un trato especial en su transporte.

El traslado se desarrolla con la ayuda de la minicargadora cat 226B, quién se encuentra equipada con el brazo para manejo de material.

El acople de la herramienta respectivamente con el acoplador rápido de la minicargadora, es mecánico y manual al momento de accionar sus seguros.

Este proceso permite que la minicargadora cat 226B, no pierda su rendimiento ni su versatilidad.

La seguridad de transporte de carga y el ahorro de mano de obra fue el motivo principal para desarrollar la construcción de la estructura.

DISEÑO

Una vez obtenida la idea clara de la estructura y su función que va a cumplir, se realizó un bosquejo de cómo se va a estructurar; para determinar sus dimensiones apropiadas.

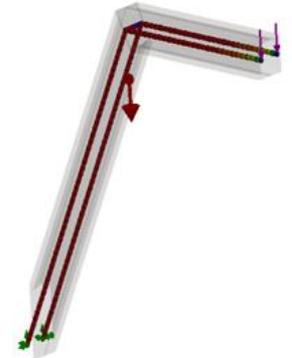
Para ello se utilizó el software de diseño SolidWorks que nos permite visualizar la estructura en 2D - 3D; y de esta manera realizar estudios de cargas y esfuerzos que va a estar sometida la estructura, permitiendo así seleccionar el tipo de material que se va a utilizar para su construcción.

PLUMA

Este componente es el más importante de toda la estructura, debido a que va soportar cargas repetitivas cuando alcance esfuerzos máximos que son producidos en su interior, tales como cargas de flexión, axiales, transversales y de torsión producidas cuando la carga produzca un desfase.

La pluma está construida por el acople de dos viga UPN 100 de acero ASTM A36, laminada en caliente, que proporciona una viga compuesta de sección cuadrada; la unión se realizó utilizando el proceso de soldadura GMAW.

La pluma está diseñada para soportara una carga máxima de 3000 lb.

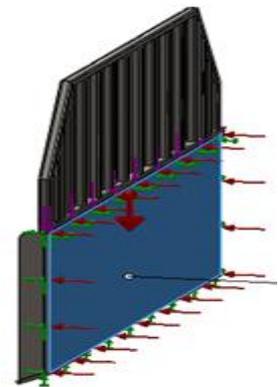


BASE PRINCIPAL DE LA ESTRUCTURA

Este componente está constituido por dos parantes laterales; dos parantes inferiores que poseen vacios para que ingresen los seguros del acoplador rápido de la minicargadora cat 226B y un parante superior es donde se va a posesionar toda la carga y peso de la estructura conjuntamente con la arista superior del acoplador rápido. Formando de esta manera un punto de contacto.

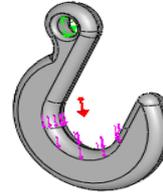
El acoplamiento de todos sus componentes se realizo utilizando el proceso de soldadura GMAW.

Toda esta estructura está construida utilizando acero ASTM A36 y soportara una carga máxima de 3000 lb.



GANCHO

El gancho de grúa fue seleccionado mediante catálogos técnicos, teniendo en cuenta que tiene que soportar una carga máx. de 3000 lb. Las características técnicas del gancho se encuentran en anexos.



EXTENSION DE LA PLUMA

Este componente se construyó aplicando el mismo proceso de construcción de la pluma, teniendo en cuenta que el material a utilizar es la viga UPN 80 de acero ASTM A36, formando una sección cuadrada. Se diseñó para que soporte una carga máx. de 3000 lb y contendrá el soporte en forma de U.



PRUEBAS

Una vez terminada la construcción del brazo para manejo de material, cumpliendo a cabalidad los procesos diseño, medidas y elaboración; procedemos a realizar las pruebas de campo.

Para ello, tenemos que acoplar el brazo para manejo de material a la minicargadora cat 226B, según manual de operación.

La estructura se establecerá cómo válida cuando ésta soporte una carga de aproximadamente 3000 lb y visualmente se verifique que no produzca ninguna anomalía en toda su estructura. Motivo por el cual se desarrolló sin ninguna novedad, otorgando de esta manera seguridad al momento operar la minicargadora cat 226B, que posee la ESPE.



PRESENTACIÓN.

El objetivo de este proyecto es el de establecer un método de cálculo que permita diseñar un “BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL”, de una manera en la que se puedan controlar los parámetros que conciernen al diseño para poder obtener una estructura lo más ligero, resistente y económico posible, todo ello teniendo en cuenta el presupuesto es limitado. Para ello utilizaremos materiales producidos en nuestro país.

Esta herramienta versátil mejora el rendimiento de la minicargadora cat 226B y otorgara mayor producción al proceso de carga, descarga y transporte de maquinaria industrial y otros afines.

En primer lugar es necesario saber cuándo se puede dar por válido una estructura en cuanto a su resistencia. Para ello es imprescindible conocer las cargas máximas que soportara la estructura conjuntamente con la capacidad de carga máx. de la minicargadora cat 226B, para no alterar criterios que utiliza CATERPILLAR.

Por el hermetismo que guarda CATERPILLAR, en sus diferentes construcciones de herramientas de estas características se ha tomado en cuenta las formas básicas y para ello realizamos el estudio aplicando cargas estáticas en todas las partes que forma el brazo para manejo de material.

Una vez establecida las necesidades y los limites de no sobrepasar los esfuerzos en la estructura se busca la mejor forma de realizar los cálculos, siendo la teoría de elementos finitos la opción ideal, el software utilizado es SolidWorks que permite fácilmente obtener los resultados necesarios para una construcción segura.

Aplicando la experiencia en la manufactura nos permite comprobar visualmente el grado de soldadura, para obtener una estructura de mayor calidad.

Con todo lo expuesto anteriormente se presenta el proyecto:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL PARA LA MINICARGADORA CAT 226B” cuyos objetivos principales es de otorgar mayor utilidad a la minicargadora y brindar seguridad al operario en el momento de transportar maquinaria industrial y otros afines.

La Escuela Politécnica de Ejército al ser pionera y al llevar la vanguardia dentro de la Ingeniería Automotriz no podría pasar por alto la oportunidad de demostrar su alto nivel de investigación, y de la formación de líderes.

Además el proyecto trata de dar aplicaciones teóricas como practicas de todo los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera universitaria. Y siendo además una aplicación real del paquete SolidWorks, siendo dicho software uno de los más utilizados e imprescindibles en el diseño mecánico. Además este proyecto pretende colaborar con la formación de futuros profesionales ya que se sumara al equipo de investigación que posee la universidad, y que servirá para impulsar y generar tecnología para el desarrollo industrial.

CAPÍTULO I

I INTRODUCCIÓN A LA MINICARGADORA CATERPILLAR 226 B

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 GENERAL

El avance tecnológico en la maquinaria pesada, y la poca información ha creado la necesidad de contar con manuales técnicos que sirvan de guía para dar un correcto mantenimiento y ser capaces de ejecutar una correcta operación de la máquina, así como realizar una correcta evaluación y resolver problemas que presente el equipo.

La minicargadora cat 226B, con sus muchas opciones de herramientas constituye una máquina muy vital del grupo de equipo caminero en sí, siendo una de las más importantes y en algunos casos indispensable e irremplazable ya que es capaz de realizar una gran variedad de trabajos, además que los hace con precisión, rapidez y eficiencia.

“Este tipo de maquinaria fue creada por la necesidad de obtener fiabilidad y seguridad a los distintos trabajos que realice; optimizando costos de maquinaria y operación”.¹



Figura 1.1. Minicargadora CATERPILLAR 226B

¹Catálogo Minicargadora cat 226B pag.2

1.1.2 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

En la figura 1.2 se indica los componentes principales de la máquina minicargadora CAT 226B, así como en la Tabla 1 se describe el nombre de dichos componentes, esto nos ayudará a reconocer puntos importantes y ubicación de componentes básicos de la máquina.

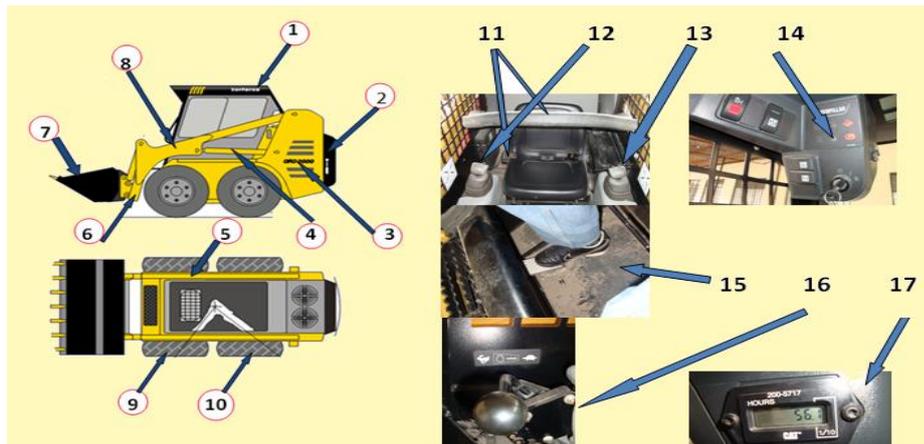


Figura 1.2. Componentes Minicargadora CAT 226B

TABLA 1.1. Identificación de componentes – Minicargadora CAT 226B

Ítem	ELEMENTO
1	Cabina del operador
2	Puerta trasera
3	Motor
4	Cilindro del brazo
5	Bastidor y estructura soporte
6	Cilindro del cucharón (Aditamentos)
7	Aditamentos (cucharón)
8	Brazo
9	Eje delantero
10	Eje posterior
11	Cinturón de seguridad
12	Control de bajo esfuerzo (la palanca universal derecha controla la subida/bajada y la inclinación del cargador)
13	Control de bajo esfuerzo (la palanca universal izquierda controla la velocidad de desplazamiento y el sentido de movimiento en avance o retroceso de la máquina)
14	Instrumentación (panel LCD)
15	Acelerador de pedal
16	Acelerador manual
17	Horómetro
18	Sistema hidráulico

1.1.3 CABINA DEL OPERADOR

En esta cabina es donde se ubica el operador; por lo que se encontrara todos los controles de mando que nos permitirá operar con facilidad la máquina; también tendremos una excelente visibilidad de 360° que nos facilitara el trabajo.



Figura 1.3. Cabina CAT 226B

En la cabina se encuentran los controles de aceleración, controles de los implementos - aditamentos, controles de desplazamiento, el asiento del operador, controles de accesorios (luces, aire acondicionado, radio si es permitido por el reglamento interno de la empresa, etc.), ventana de escape, etc.²

1.1.4 TREN DE FUERZA

Los motores de combustión interna a diesel que otorga Caterpillar proporcionan alta potencia y par motor, permitiendo de esta manera operar con una aceleración parcial, para alcanzar niveles de ruido más bajos y menor consumo de combustible.

El sistema de anticalado del Minicargador Cat permite enviar potencia máxima a las ruedas reduciendo al mínimo el calado del motor.

² <http://latinamerica.cat.com/cda/layout?m=308761&x=9>

Este sistema ayuda a optimizar la productividad de los operadores con experiencia y facilita el trabajo de los operadores novatos

“El tren de fuerza hidrostático Caterpillar produce un rendimiento agresivo y facilita la operación”.³

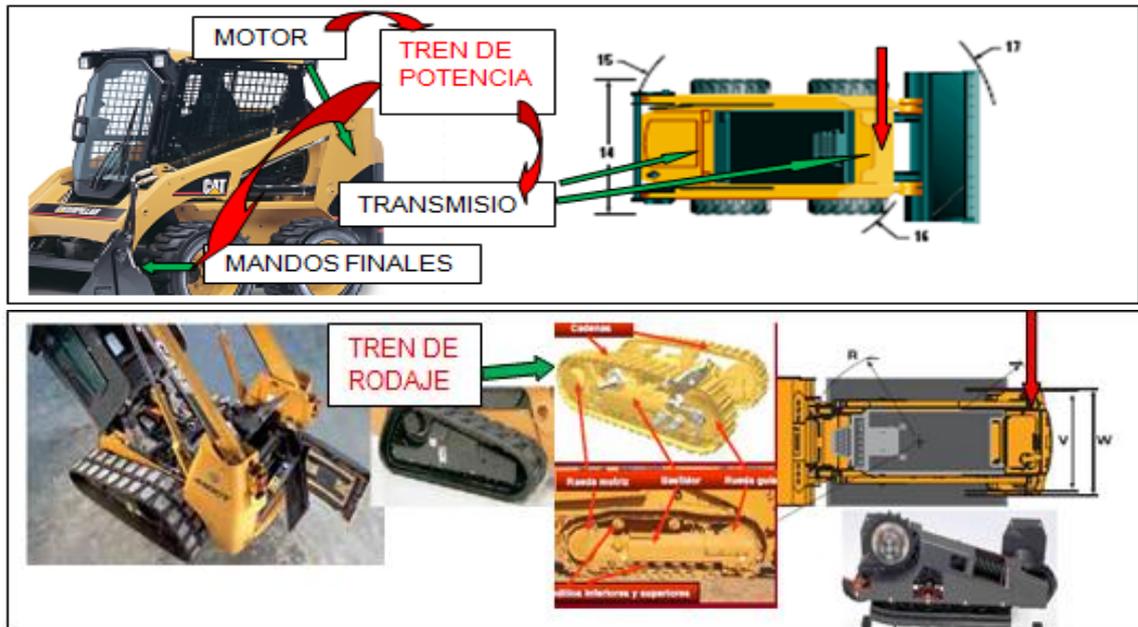


Figura 1.4. Tren de impulsión

1.1.5 MOTOR

El motor de combustión interna de la minicargadora cat 226B, es el encargado de transmitir el movimiento por medio de su eje de salida o cigüeñal hacia el convertidor de par, para poder aumentar o disminuir el torque de salida.

El motor de la minicargadora cat 226 B es de cuatro cilindros, potente y fiable, ofrece un rendimiento agresivo y una rápida curva de par motor para alcanzar una respuesta rápida.

“Es también un motor de bajas emisiones que cumple con todas las normas Tier 2 de EPA en EE.UU”.⁴



Figura 1.5. Motor CAT 226B

En el motor Caterpillar se encuentra instalado todos los sistemas, como son:

- ✚ El sistema de alimentación de combustible
- ✚ El sistema de admisión y escape
- ✚ El sistema de lubricación
- ✚ El sistema de refrigeración
- ✚ El sistema eléctrico, quienes ofrecen su mejor rendimiento.

1.1.6 ADITAMENTOS

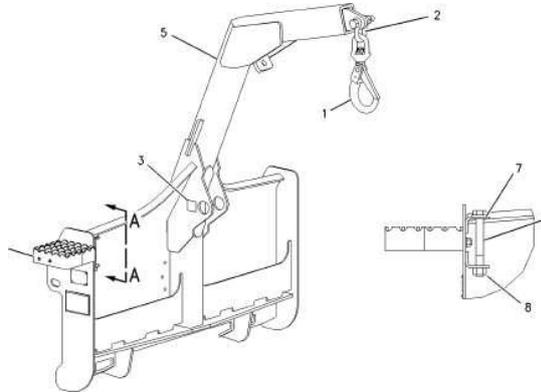
La finalidad de los aditamentos es multiplicar las aplicaciones y funciones de la minicargadora en forma segura.

La minicargadora posee un acoplador rápido universal que permite acoplar de forma rápida aditamentos de todo tipo.

Existe una amplia gama de aditamentos, para distintas formas de trabajo, esta son:

⁴ Catálogo Minicargadora CAT226B

✚ Brazo para manejo de material



✚ Cepillos



✚ Cucharones

Para tierra - De uso general



✚ Horquillas para paletas, entre otros



Figura 1.6. Aditamentos cat.

1.1.7 ACOPLADOR RÁPIDO

El acoplador tiene las siguientes características:

- ✦ La plancha lateral de perfil bajo está diseñada para adaptarse óptimamente a las herramientas y hacer posible compactación mínima de material
- ✦ Las cuñas opuestas aseguran un encaje apretado de la herramienta.
- ✦ El diseño resistente y la gran área de contacto absorben las cargas y reducen los esfuerzos

El acoplador permite excelente visibilidad de las herramientas y la entrada y salida de la cabina sin obstrucciones. El acoplador rápido estándar se caracteriza por tener conexión y desconexión manuales de las herramientas usando dos asas de acción de palanca alta.



Figura 1.7. Acoplador rápido

1.1.8 TABLERO DE INSTRUMENTOS

Los medidores y el tablero de instrumentos del Minicargador Cat son sencillos, fáciles de usar y muy fiables.

Las luces indicadoras brillantes y las advertencias sonoras alertan cuando hay un problema en uno de los sistemas. Los interruptores con luces de estado controlan la mayoría de las funciones de activación/desactivación de mandos eléctricos e hidráulicos.



Figura 1.8. Tablero de instrumentos CAT

1.1.9 CONTROLES DE BAJO ESFUERZO

Los controles hidráulicos piloto permiten al operador controlar el Minicargador Cat con precisión y mínimo esfuerzo.

- ✚ La palanca universal **derecha** controla la subida/bajada y la inclinación del cargador
- ✚ La palanca universal **izquierda** controla la velocidad de desplazamiento y el sentido de movimiento en avance o retroceso de la máquina.

Ambas palancas universales utilizan un patrón de control en "S" que es muy intuitivo, en el control de la minicargadora cat 226B.

Palanca Universal
Derecha



Palanca Universal
Izquierda

Figura 1.9. Palanca Universal CAT

1.1.10 CONTROL DOBLE DE ACELERACIÓN

El pedal y la palanca del acelerador permiten que el operador adapte la velocidad del motor, según requerimiento operativo.

- ✚ La palanca del acelerador es ideal para trabajos que necesitan una velocidad constante del motor, como perfilado de pavimento y abertura de zanjas.
- ✚ El pedal del acelerador permite que el operador cambie la velocidad del motor para reducir el consumo de combustible en tareas como carga y transporte de materiales industriales.

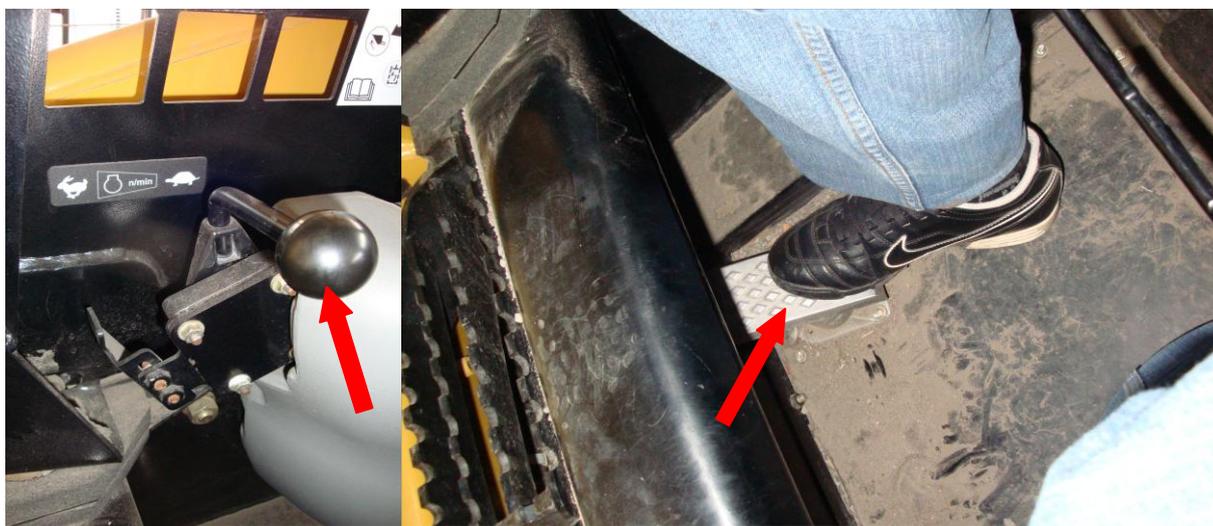


Figura 1.10. Mandos de aceleración

Símbolo



Descripción

Velocidad del motor baja / ralentí



Velocidad del motor alta

1.1.11 FACILIDAD DE SERVICIO

Las minicargadoras cat 226B son fáciles de mantener y dar servicio gracias al acceso rápido y diseño.

Las siguientes características facilitan y agilizan el servicio:

- ✚ Fácil acceso a la batería, al filtro de aire y a la correa del motor.
- ✚ Mirillas de vidrio en el tanque hidráulico y en el radiador permiten comprobar los niveles de aceite con rapidez y facilidad.
- ✚ Un indicador de restricción del filtro de aire se encuentra dentro de la estación del operador.
- ✚ Los drenajes ecológicos simplifican los cambios del aceite del motor y del aceite hidráulico.
- ✚ Las conexiones de engrase están abocardadas para evitar que se dañen.
- ✚ Refrigerante de larga duración e intervalos de 250 horas entre cambios del aceite del motor.⁵



Figura 1.11. Facilidad de servicio

⁵ Catálogo Minicargadora CAT226B

1.1.12 HORÓMETRO

Este dispositivo electrónico es indispensable en la minicargadora cat, ya que es el encargado de contabilizar las horas trabajadas de la maquina, para de esta manera dar el correcto mantenimiento, ya sea preventivo como correctivo en todos sus sistemas hidráulicos como mecánicos.



Figura 1.12. Horómetro

1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1.2.1 MOTOR

TABLA 1.2. Modelo de Motor 226B Cat 3024C T

Potencia bruta SAE J1995	226B	46 kW	62 hp
Potencia del motor ISO 14396	226B	46 kW	61 hp
Potencia neta 80/1269/EEC	226B	43 kW	57 hp
Potencia neta ISO 9249	226B	43 kW	57 hp
Potencia neta SAE 1349	226B	42 kW	57 hp
Cilindrada	226B	2,2 litros	134 pulg3
Carrera	226B	100 mm	3,9 pulg
Calibre	226B	84 mm	3,3 pulg

1.2.2 PESOS

TABLA 1.3. Especificaciones en orden de trabajo

Peso en orden de trabajo	5822 lb	2641 kg
Capacidad de operación nominal	1500 lb	680 kg
Capacidad de operación nominal con contrapeso optativo	1600 lb	726 kg
Carga límite de equilibrio estático	3000 lb	1360 kg
Fuerza de desprendimiento, cilindro de inclinación	4083 lb	1852 kg
Fuerza de desprendimiento - Cilindro de levantamiento	3340 lb	1515 kg

1.2.3 TREN DE FUERZA

TABLA 1.4. Características

Velocidad de desplazamiento	6.9 km / hora
Velocidad en retroceso	6.9 km / hora

1.2.4 DIMENSIONES

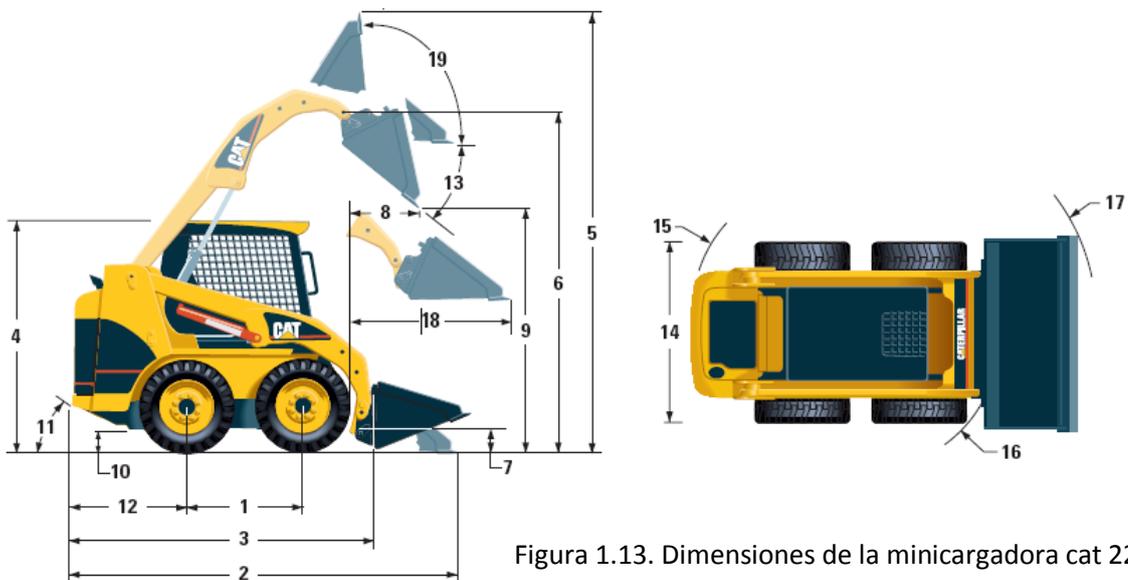


Figura 1.13. Dimensiones de la minicargadora cat 226B

TABLA 1.5. Dimensiones aproximadas de la mini cargadora cat 226B

1	Distancia entre ejes	986 mm	39 pulg
2	Longitud con el cucharón sobre el suelo	3233 mm	127 pulg
3	Longitud sin cucharón	2519 mm	99 pulg
4	Altura hasta la parte superior de la cabina	1950 mm	77 pulg
5	Altura total máxima	3709 mm	146 pulg
6	Altura de los pasadores de articulación en la posición de levantamiento máx.	2854 mm	112 pulg
7	Altura de los pasadores de articulación en la posición de acarreo	239 mm	9,3 pulg
8	Alcance en levantamiento máximo y descarga	505 mm	20 pulg
9	Altura de descarga en levantamiento máximo	2169 mm	85 pulg
10	Espacio libre sobre el suelo	195 mm	8 pulg
11	Ángulo de salida	26°	
12	Proyección del parachoques detrás del eje trasero	967 mm	38 pulg
13	Ángulo máximo de descarga	40°	
14	Ancho del vehículo con neumáticos	1525 mm	60 pulg
15	Radio de giro del centro — hacia la izquierda	1485 mm	58,5 pulg
16	Radio de giro del centro — hacia la derecha	1199 mm	47,2 pulg
17	Radio de giro del centro — giro completo	1940 mm	76,4 pulg
18	Alcance máximo con brazos paralelos hasta el suelo	1280 mm	50,4 pulg
19	Ángulo de inclinación hacia atrás a altura máxima	96,7°	

1.2.5 SISTEMA HIDRÁULICO

TABLA 1.6. Características del sistema hidráulico

Flujo hidráulico	226B	Flujo estándar	
Flujo hidráulico	226B	Flujo alto	
Presión hidráulica del cargador	226B	23.000 kPa	3.335 lb/pulg ²
Flujo hidráulico del cargador	226B	60 Litros/min	15,6 gal/min
Flujo hidráulico del cargador (HF)	226B	100 L/min	26 gal/min
Potencia hidráulica	226B	23,0 kW	30,4 hp
Potencia hidráulica (HF)	226B	37,7 kW	50,6 hp

1.2.6 CAPACIDAD DE LLENADO

TABLA 1.7. Capacidades

Caja de la cadena - Cada lado	6 litros
Sistema de enfriamiento	10 litros
Carter	8 litros
Tanque de combustible	65 litros
Sistema hidráulico	55 litros
Tanque hidráulico	35 litros

1.2.7 RENDIMIENTO

TABLA 1.8. Rendimiento de la minicargadora cat 226B

Carga de trabajo a 35 %	952 kg
Carga de trabajo a 50 %	1361 kg
Carga de basculamiento	2721 kg
Fuerza de arranque	
<u>Gato elevador</u>	<u>20355 N</u>
<u>Gato de la cuchara</u>	<u>27610 N</u>
Profundidad de excavación	
con la cuchara plana	0 mm
Ciclo de trabajo	
Elevación	4,1 sec.
Descenso	2,6 sec.
Vaciado	2,4 sec.
Recogida	1,9 sec.

1.3 SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico de la minicargadora cat es muy complejo, por esta razón se debe dar mucha prioridad para su mantenimiento.

El mantenimiento a este sistema hay que realizarlo con personal capacitado y calificado en esta área, debido a que todos los componentes mecánicos e hidráulicos están asistidos bajo mandos electrónicos, previamente adjuntados por un modulo central de monitoreo cat.

1.4 CIRCUITO ELÉCTRICO

VER EN ANEXO A

1.5 MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una función logística, que consiste en la realización de una serie de acciones, destinadas a conservar el equipo, construcciones, etc. en condiciones de prestar servicio para establecer sus condiciones de utilización.

Tipos:

- Mantenimiento predictivo

Mantenimiento en el que por medios electrónicos o mecánicos se determinan posible inicio de fallas en los diferentes sistemas de la maquinaria o vehículos.

- Mantenimiento preventivo

Es el servicio, cuidado y atención que realiza el personal que utiliza u opera el material y/o equipo, antes, durante y después de su empleo u operación, de acuerdo a lo prescrito en los manuales e instrucciones pertinentes.

Ventajas

- ✚ Dar mayor vida útil de funcionamiento.
- ✚ Hace el funcionamiento más económico.
- ✚ Asegura un funcionamiento más confiable.

- ✚ Existe una mayor seguridad de funcionamiento.
- ✚ Da mayor confianza y mejor moral de parte de los operadores.

Mantenimiento correctivo

Es el que se realiza mediante operaciones complementarias especializadas, corregir las fallas o deficiencias encontradas en el equipo o maquinaria. Es el área que se encarga de la reparación de las máquinas o equipos para que vuelvan a estar operativas. Este mantenimiento puede ser realizado por personal interno o externo, según la magnitud y organización de la empresa.

TABLA 1.9. Plan de Mantenimiento

				Maquina		Minicargadora	
				Marca		Caterpillar	
				Modelo		226 B	
				Potencia		57 HP	
				Año		2008	
				Mantenimiento		600 horas operables	
Motor	Transmisión	Sistema Hidráulico	Sistema de Refrigeración	Batería	Neumáticos	Combustible	
15 W 40	SAE 30	10 W	Refrigerante			Diesel	
2.1 GLS	1.6 GLS	9.2 GLS	2.6 GLS	24 V	10 – 16.5 mm Cat	17 GLS	

Diariamente

- + Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento - Comprobar
- + Nivel de aceite del motor - Comprobar
- + Separador de agua del sistema de combustible - Drenar
- + Agua y sedimentos del tanque de combustible - Drenar
- + Nivel del aceite del sistema hidráulico - Comprobar
- + Indicadores, medidores y Alarma de desplazamiento - Probar
- + Cinturón de seguridad - Inspeccionar
- + Mandos finales - Comprobar
- + Tren de potencia – Comprobar



CAPÍTULO II

II. SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MINICARGADORA CATERPILLAR 226 B

2.1 INTRODUCCIÓN

El sistema hidráulico incorpora fiabilidad y proporciona capacidad excepcional de levantamiento, desprendimiento y potencia auxiliar a las herramientas.

Asimismo, es capaz de combinar potencia y velocidad para responder a cualquier necesidad.

Dos bombas de pistones axiales y la segunda velocidad estándar permiten que la minicargadora alcance los 16 km/h.⁶

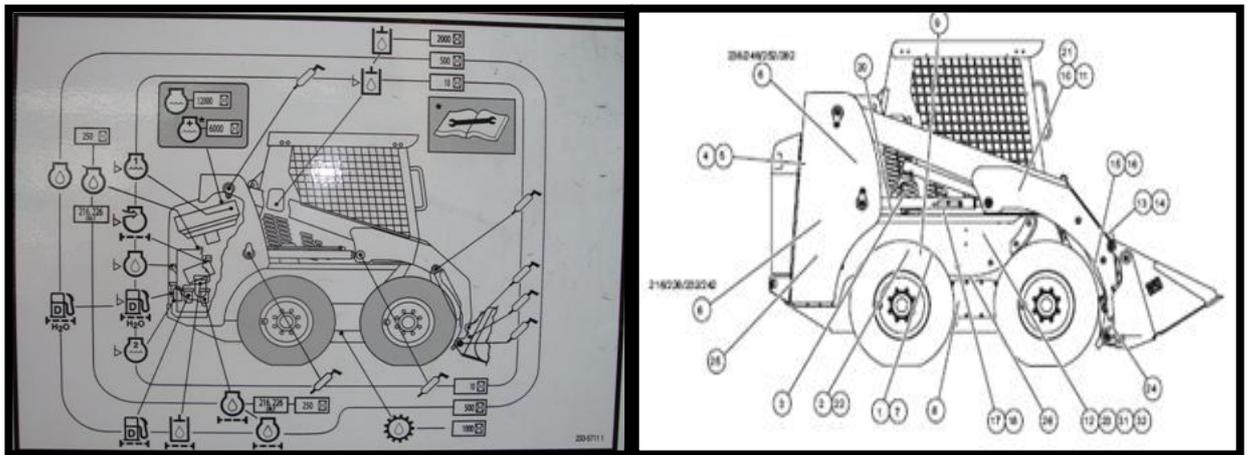


Figura 2.1. Componentes Hidráulicos

2.2 BOMBA HIDRÁULICA

La bomba hidráulica es un componente mecánico que transforma energía mecánica en energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión. Las bombas hidráulicas son elementos encargados de impulsar el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica.

El propósito de una bomba hidráulica es suministrar un flujo de líquido a un sistema hidráulico. Las bombas de pistones axiales del sistema hidráulico están acopladas al eje del motor por medio de un grupo de engranajes.

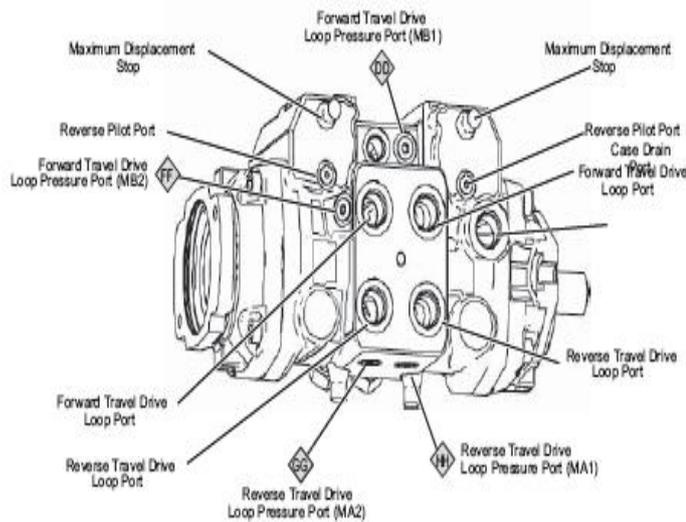
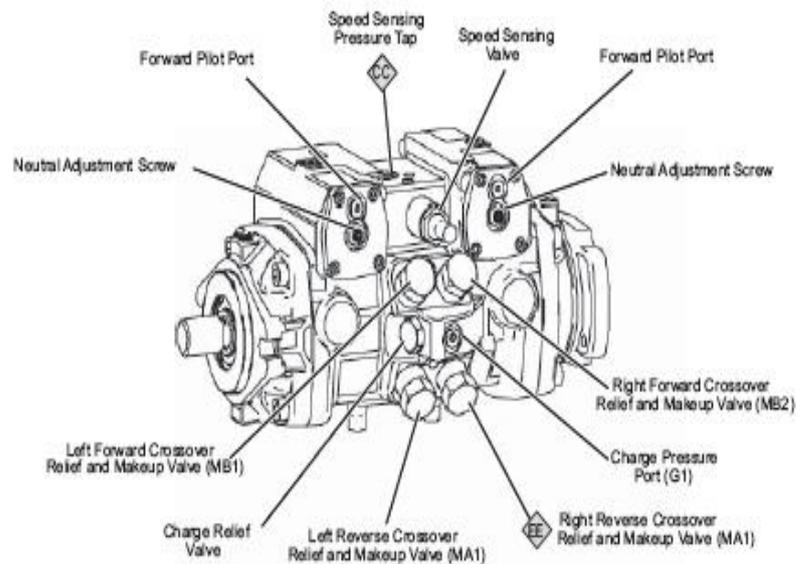


Figura 2.2. Bomba hidráulica de pistones axiales Cat

Dos bombas de engranajes de caudal fijo proporcionan flujo y presión para los circuitos del cargador y del sistema auxiliar de alto flujo a 100 litros/min (26,4 gal/min) en alta en vacío. La presión máxima del sistema para los circuitos del cargador y del sistema auxiliar es 23.000 KPa.



7

Figura 2.3. Componentes de la bomba hidráulica

Proceso de transformación de energía.

Es efectuado por aspiración y descarga.

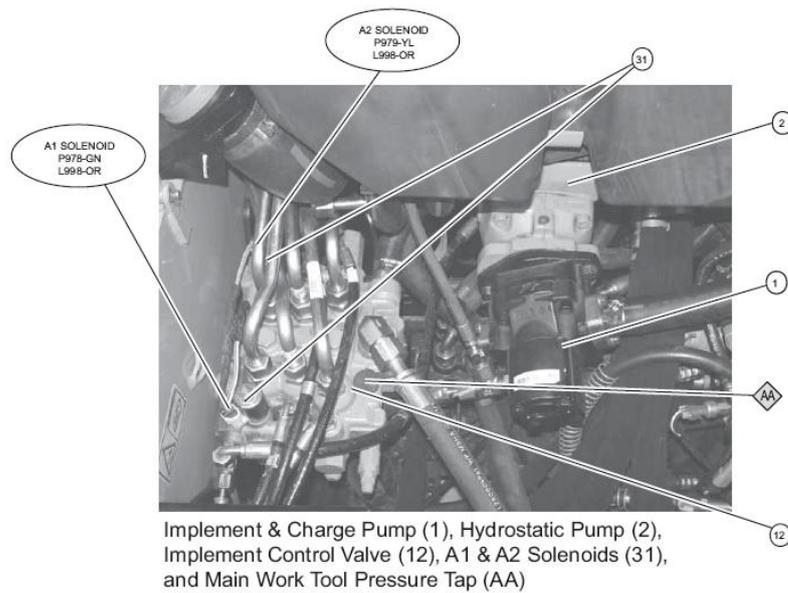
ASPIRACION.- Al comunicarse energía mecánica a la bomba, ésta comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba, como el depósito de aceite se encuentra sometido a presión atmosférica, se genera entonces una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso del aceite hacia la entrada de la bomba.

DESCARGA.- Al entrar aceite, la bomba lo toma y lo traslada hasta la salida y se asegura por la forma constructiva que el fluido no retroceda. Dado esto, el fluido no encontrará más alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra espacio disponible, consiguiéndose así la descarga.

2.3 GRUPO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS

El grupo es el que recibe todo el caudal suministrado de la bomba y es el encargado de direccionar el flujo de aceite según el operador lo haya accionado algún control de implementos.

Es accionado mediante señales de aceite piloto con lo cual se hace más fácil y de más exactitud la operación de implementos.



8

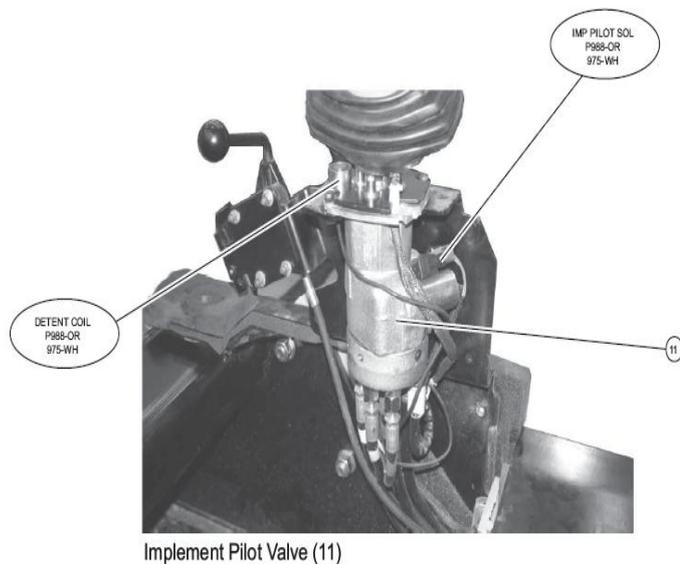


Figura 2.4. Grupo de Válvulas cat

En los distintos sistemas hidráulicos de las minicargadoras cat 226 B, se puede encontrar otros tipos de bombas hidráulicas, tales como:

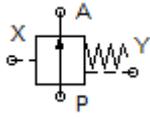
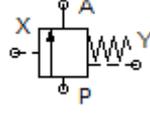
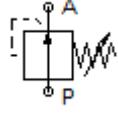
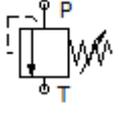
Paso abierto en posición constante	
Paso cerrado en posición constante	
Fuerza de retroceso regulable – abierto	
Fuerza de retroceso regulable - cerrado	

Figura 2.5. Símbolos de Válvulas cat

2.4 MANGUERAS Y CONEXIONES

Sirven para transmitir energía hidráulica de un componente hacia otro. Y este componente convertirlo en energía mecánica.

Las mangueras y conexiones trabajan con altas presiones de fluido hidráulico.



Figura 2.6 Mangueras cat

Las conexiones están diseñados para funcionar junto con las mangueras como un sistema de transporte de fluido hidráulico entre grupo de cilindros, válvulas, bombas, motores y otros componentes de sistemas hidráulicos de la Minicargadora CAT 226B.

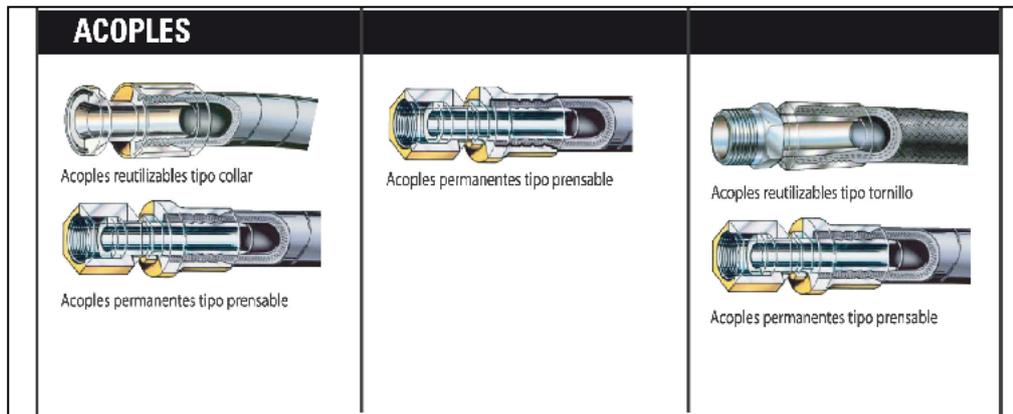


Figura 2.7. Conexiones cat

2.5 CILINDROS

Son actuadores que cambian la energía hidráulica por una fuerza lineal. Inspeccione fugas exteriores de los cilindros, inspecciones rayones, golpes, desgaste o desprendimiento de la capa de cromo, realizar pruebas de funcionamiento si existe ruidos y vibraciones en los cilindros es una característica que los vástagos están doblados.



Figura 2.8. Cilindros cat

La prueba de cilindros busca la fuga interna de aceite en el cilindro que se da a través de los sellos del pistón.

2.5.1 TIPOS DE CILINDROS HIDRÁULICOS

Cilindro de simple efecto.- este tipo de cilindro sólo queda sometido a la acción del líquido a presión en un lado del émbolo. Por lo tanto, sólo se ejerce fuerza en un sentido.

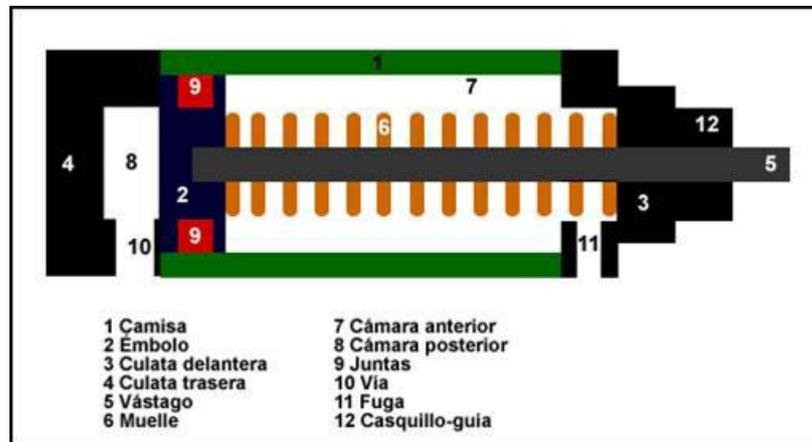


Figura 2.9. Cilindros de simple efecto

Cilindro de doble efecto.- las áreas del émbolo quedan alternativamente sometidas a la acción del líquido a presión, es decir que el émbolo retrocede a presión a la posición de partida.

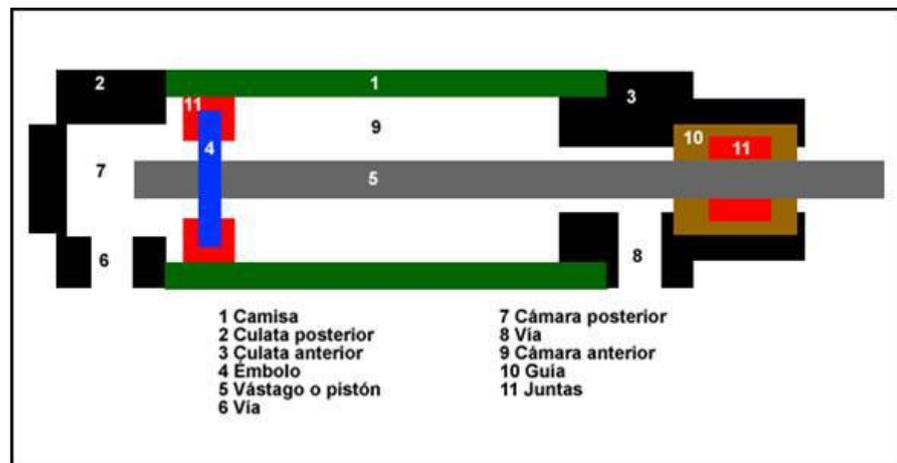


Figura 2.10. Cilindros de doble efecto

2.6 SÚPER FLOW

El sistema Súper Flow aumenta el caudal de aceite disponible para los accesorios, es suministrado con drenaje y conexión eléctrica.

Los joysticks y el pedal proporcional aseguran un control perfecto de todas las funciones. Esto permite utilizar cualquier tipo de accesorios, incluyendo la fresadora, la rueda zanjadora, barredora, la retroexcavadora, la hormigonera, etc.9

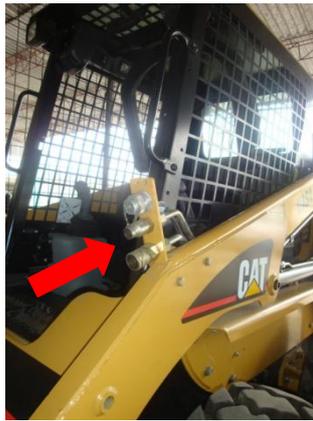


Figura 2.11. Sistema súper flow

2.7 CIRCUITO HIDRÁULICO

VER EN ANEXO B

2.8 FUNCIONAMIENTO

Los mandos hidráulicos de fácil acceso permiten operar la minicargadora cat 226B con precisión y mínimo esfuerzo.

La palanca Universal derecha controla la Subida/Bajada y la inclinación del cargador.

La palanca Universal izquierda controla la velocidad de desplazamiento y el sentido de movimiento en avance o retroceso de la máquina.

Ambas palancas universales utilizan un patrón de control en S que es muy intuitivo.



Figura 2.12. Palanca Universal cat

2.9 CÁLCULO DE COMPROBACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

2.9.1 CILINDRADA

Es la capacidad que tiene la bomba hidráulica de acuerdo al volumen de aceite aspirado, entregar caudal a presión a una determinada velocidad. En este caso a cada revolución.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\left[C = \frac{\pi (D^2 - d^2) * I}{4} = \frac{cm^3}{rev.} \right]$$

Donde:

D: diámetro exterior del engranaje grande

d: diámetro exterior del engranaje pequeño

I: ancho del engranaje

2.9.2 CAUDAL IDEAL

Es determinado mediante formulas; el resultado que proporciona no refleja a la práctica, ya que no evalúa desgasta por fricción.

$$Q_T = C * N$$

Donde:

C: cilindrada (cm³/Rev)

N: Rpm (1/Rev.)

2.9.3 RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO

Con frecuencia, nos interesa mucho saber la rapidez con la que se puede hacer determinada tarea, a la vez que la energía que se consumirá en ellas. Para ello nos ayudara la siguiente fórmula:

$$\left[n_v = \frac{Q_R}{Q_T} * 100 \right]$$

Donde:

QR: Caudal real

QT: Caudal Teórico

Presión hidráulica que entrega la bomba del minicargador cat 226B = 23000 KPa.

2.10 CICLO DE TRABAJO

El ciclo total depende del tamaño de la maquina, (maquinas más pequeñas tienen ciclos más rápidos), del tipo de obra, lugar donde descarga, obstáculos alrededor, etc.

- ✚ Carga
- ✚ Acarreo
- ✚ Descarga
- ✚ Maniobra



Figura 2.13. Ciclo de Trabajo

CAPÍTULO III

III DISEÑO MECÁNICO DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

3.1 INTRODUCCIÓN

3.1.1 GENERAL

El diseño del brazo para manejo de material se realizó con la ayuda del software SOLIDWORKS, versión 2009, debido a que permite realizar estudios estáticos y dinámicos, para posteriormente realizar el análisis.

3.1.2 TENSION POR ESFUERZO DE CORTE VERTICAL

El esfuerzo cortante vertical que soporta la pluma conjuntamente con la base principal, en su punto de unión se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\left[\tau = \frac{VQ}{It} \right]$$

Donde:

V Esfuerzo vertical

Q Momento elástico o primer momento del área

I Momento de inercia de la sección transversal de la viga

t Espesor del perfil en el lugar en el que se va a calcular el esfuerzo cortante

Esfuerzo cortante máx.

$$Q = A_p \bar{y}$$

Donde:

Ap Es esa parte del área de la sección arriba del lugar donde se va a calcular la tensión

\bar{y} Distancia del eje neutro de la sección al centroide del área Ap.

El momento de inercia I de la viga UPN 100 y UPN 80 se encuentra en características técnicas del catálogo de adquisición, **ANEXO C**

3.1.3 FACTOR DE SEGURIDAD

Curva de los aceros

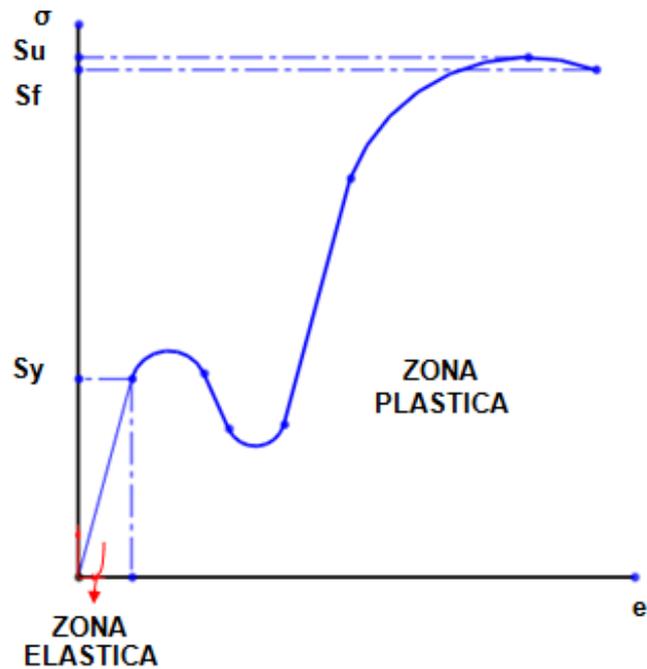


Figura 3.1. Curva de aceros

DONDE:

- ✚ Sy= resistencia a la fluencia
- ✚ Su= resistencia ultima (máxima)
- ✚ Sf= resistencia a la fractura (rotura)

$$0.1\% L_o > \square \text{ (alargamiento)} > 0.5\% L_o$$

A este rango recupera las dimensiones la probeta.

- ✚ Ssy= resistencia o modulo a la fluencia al corte, torsión o cizalladura
- ✚ Ssu= resistencia ultima al corte, torsión o cizalladura.

El factor de seguridad expresa la relación entre la resistencia y el esfuerzo.

$$n = \frac{\text{resistencia}}{\text{esfuerzo}} = \frac{S_y}{\sigma_{normal}}$$
$$n = \frac{S_{sy}}{\tau_{cortante}}$$

SIEMPRE:

- ✚ $n > 1$ material ok.
- ✚ $n = 1$ material falla (rompe)

En los cálculos de resistencia mecánica, el factor de seguridad se aplica principalmente de dos maneras:

- ✚ Multiplicando el valor de las sollicitaciones o fuerzas que actúan sobre un elemento resistente.
- ✚ Dividiendo las propiedades favorables del material que determinan el diseño.

En ambos casos lo que resulta es un sobredimensionamiento del componente.

Este sobredimensionamiento se justifica por variadas causas, como por ejemplo: previsiones de desgaste o corrosión, posibles errores o desviaciones en las propiedades previstas de los materiales que se manejan, diferencias entre las propiedades tabuladas y las obtenibles en la realidad, tolerancias de fabricación o montaje, tolerancias por incertidumbre en las solicitaciones a que se someterá el elemento, la propia incertidumbre del método de cálculo, etc.

TEORÍA DE LA ENERGÍA DE LA DEFORMACIÓN (VON MISES)

La falla causada por fluencia ocurre cuando la energía de la deformación total en un volumen unitario (en un punto). Iguala o excede el valor de la energía de la deformación en el mismo volumen correspondiente a la resistencia de fluencia en tensión o compresión.

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}^2 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}^2 + \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2}^2}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \dots \text{siempre..y..cuando..} \sigma' \leq S_y$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_1} \dots \text{si..} \sigma_1 > S_y$$

¹¹ Robert L. Mott: Diseño de Elementos de Máquinas; PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006; pag 102

3.2 DISEÑO DE LA PLUMA

La pluma es la parte esencial de toda la estructura, ya que es la encargada de soportar cargas transversales emitidas por los pesos otorgados para la transportación, quienes generan cargas verticales a su eje. La pluma está fabricado por viga UPN 100, de acero ASTM A36, que se encuentra en el mercado.

Las características técnicas de la viga UPN 100 se encuentran en **ANEXO C**.

3.2.1 CROQUIS DE LA PLUMA

Con la ayuda del software, SOLIDWORKS, utilizando los comandos de aplicación que se encuentra en la barra de herramientas realizamos el croquis con medidas establecidas por diseño y experiencia laboral.

La pluma está compuesta por el acople de dos vigas UPN 100, quienes forman un perfil compuesto de sección cuadrada hueca.

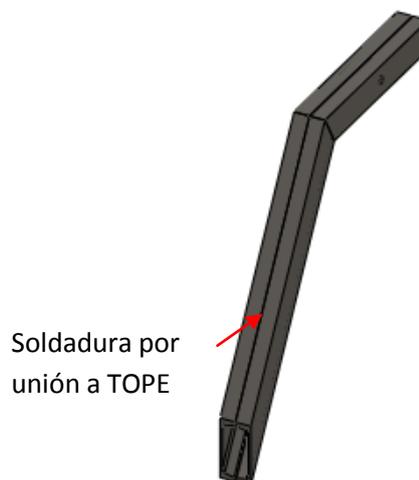


Figura 3.2. Croquis de la pluma

3.2.2 ESTUDIO ESTÁTICO DE LA PLUMA

Con la ayuda del comando SOLIDWORKS Simulation del software asignado procedemos a realizar el estudio estático de cargas. 

Para ello asignaremos el tipo de sujeción,  en nuestro caso será geometría fija, que será determinado por juntas; dos juntas porque es un perfil compuesto.

Agregamos la gravedad (9.8 m/s^2) a la estructura, para obtener resultados más aproximados a la realidad. 

Aplicaremos una carga de 1500 lb (680 kgf), en cada junta (perfil compuesto), otorgándonos una carga total de 3000 lb (1360 kgf)  lo que también es la máx. carga que puede levantar la minicargadora cat 226B.

Adicionamos el tipo de material, para la pluma será acero ASTM A36.

TABLA 3.1. Datos del material utilizado para PLUMA - SOLIDWORKS

N.-	Nombre del solido	Material		Masa	Volumen
1	Pluma	Acero ASTM A36		36.85 Kg	4694.05 cm ³
Propiedad		Valor	Unidad	Dependencia de Temperatura	
Modulo elástico		2e+011	N/m ²	Constante	
Coeficiente de Poisson		0.26	NA	Constante	
Modulo Cortante		7.9e+010	N/m ²	Constante	
Densidad		7850	Kg/m ³	Constante	
Limite de tracción		4e+008	N/m ²	Constante	
Limite elástico		2.5e+008	N/m ²	Constante	

A continuación EJECUTAMOS el análisis y obtenemos los siguientes resultados.

TENSIÓN – PEOR CASO

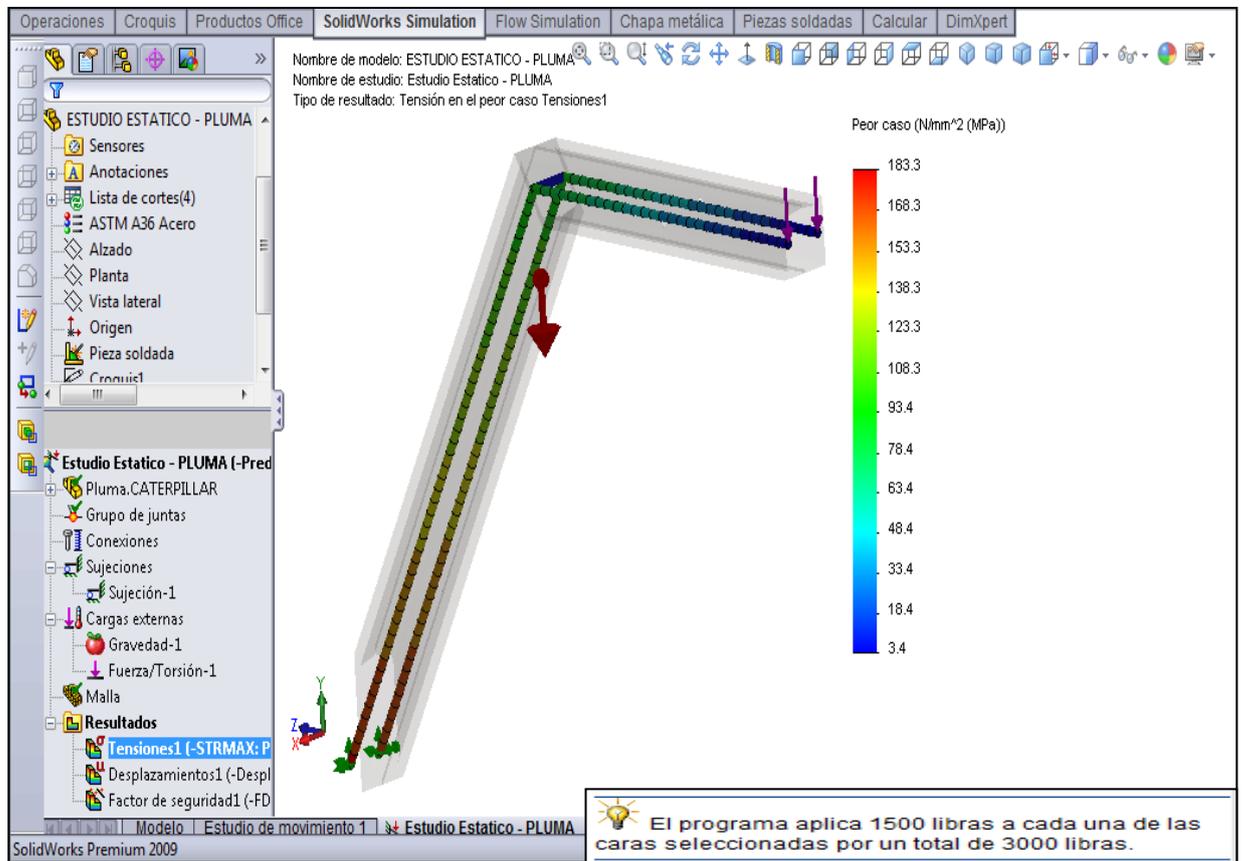


Figura 3.3. Tensión – Peor caso de la pluma

Una vez terminado el análisis, se verifica que la tensión máxima en el peor caso es de 183.3 MPa.

Al comparar el valor del análisis con el del material acero ASTM A36, verifico que la pluma es lo suficientemente resistente para soportar la carga de 3000 lb, ya que el acero tiene una resistencia a la fluencia de 250 MPa, ósea no fallará.

DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

El desplazamiento máximo obtenido después del análisis de la pluma es de $1.570e+001$ mm, en todo el componente, lo que se define que la pluma no fallara en momento de operación.

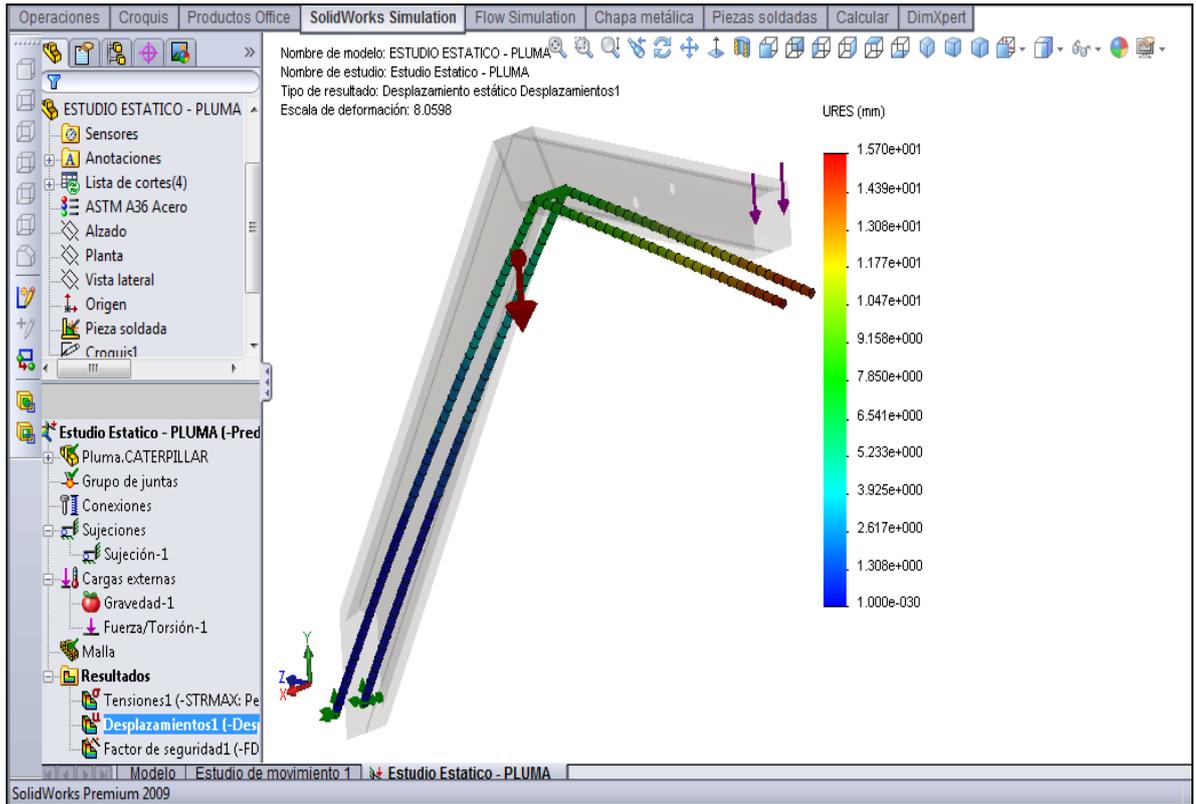


Figura 3.4. Desplazamiento resultante de la pluma

FACTOR DE SEGURIDAD

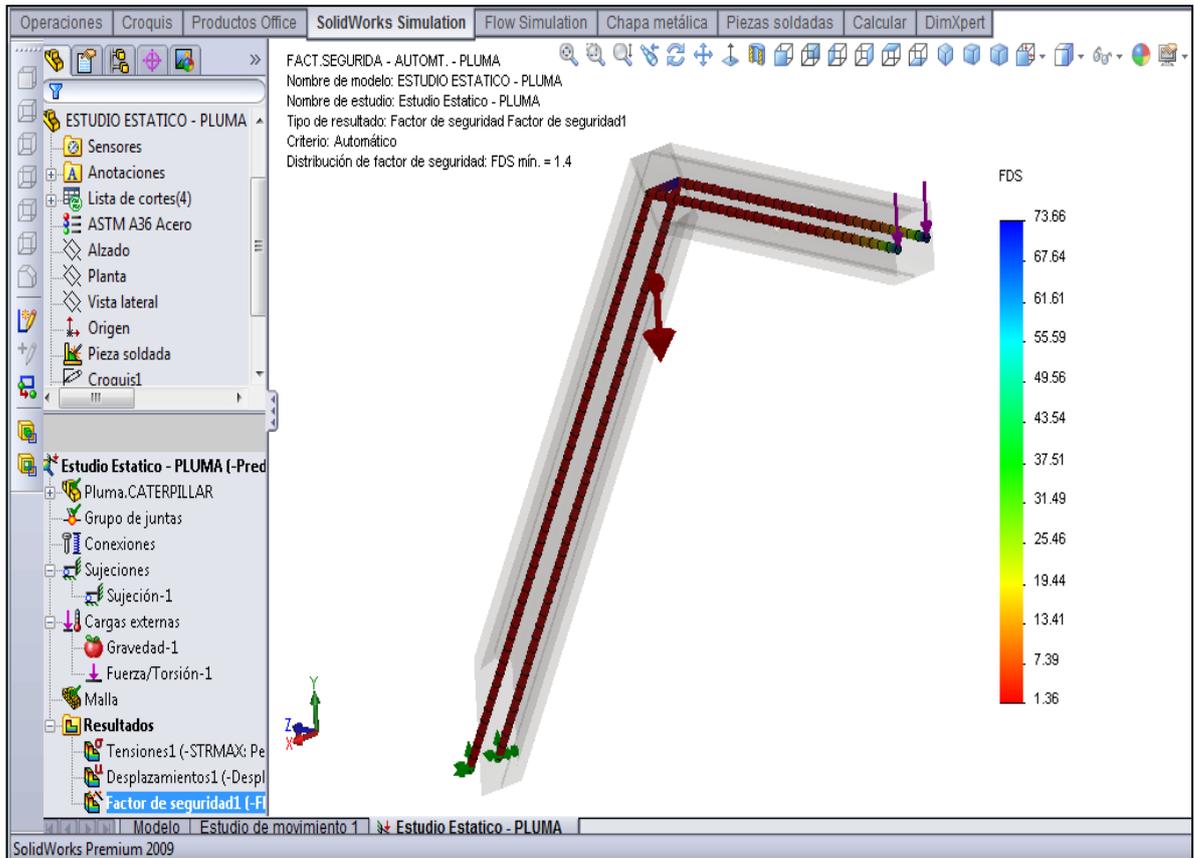


Figura 3.5. Factor de Seguridad de la pluma

El factor de seguridad es de 1.4 en toda la pluma, situándose dentro de los parámetros establecidos por normas de seguridad.

Todo esto, nos permite garantizar la construcción y utilización de la pluma.

3.3 DISEÑO DEL ESPALDAR

El diseño de la base o espaldar es parte fundamental en el funcionamiento de toda la estructura, ya que es la encargada de soportar las cargas en la parte superior conjuntamente con el parante superior.

De esta manera no permite que la base no se desplace de forma horizontal como vertical, fijándolo en un solo punto de contacto con el acoplador rápido que posee la minicargadora cat 226B, logrando de esta forma la no deformación de la base.

La base o espaldar de la estructura está fabricada con plancha laminada en caliente de acero ASTM A36, que existe en el mercado en una amplia gama.

Las características técnicas de la plancha se encuentran en **ANEXO D**.

Las características técnicas del tubo estructural se encuentran en **ANEXO E**.

3.3.1 CROQUIS DEL ESPALDAR

Una vez establecido las medidas por diseño y con la ayuda del acoplador rápido que posee la minicargadora cat 226B, procedemos a realizar el croquis con la utilización del los diferentes comandos que posee el software SOLIDWORKS, de cada uno de los componentes que forman parte la base de la estructura, para posteriormente realizar el ensamble total. El material a utilizar es acero ASTM A36.



Figura 3.6. Croquis del ensamble del espaldar

3.3.2 ESTUDIO ESTÁTICO DEL ESPALDAR

Para realizar el estudio estático de la base con la ayuda del software SOLIDWORKS, hay que fijar las restricciones en la estructura, utilizando el comando geometría fija, de la siguiente forma:

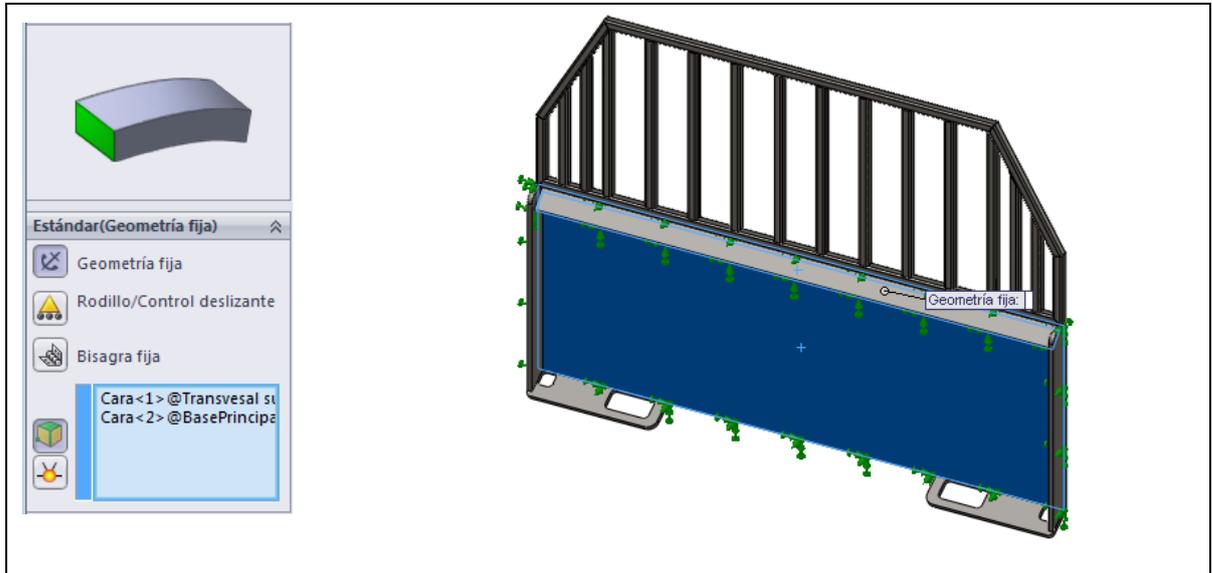


Figura 3.7. Sujeción del ESPALDAR

Posteriormente aplicamos una fuerza de 3000 lb (1360 kgf), lo que también es la máx. carga que puede levantar la minicargadora cat 226B, de la siguiente forma:

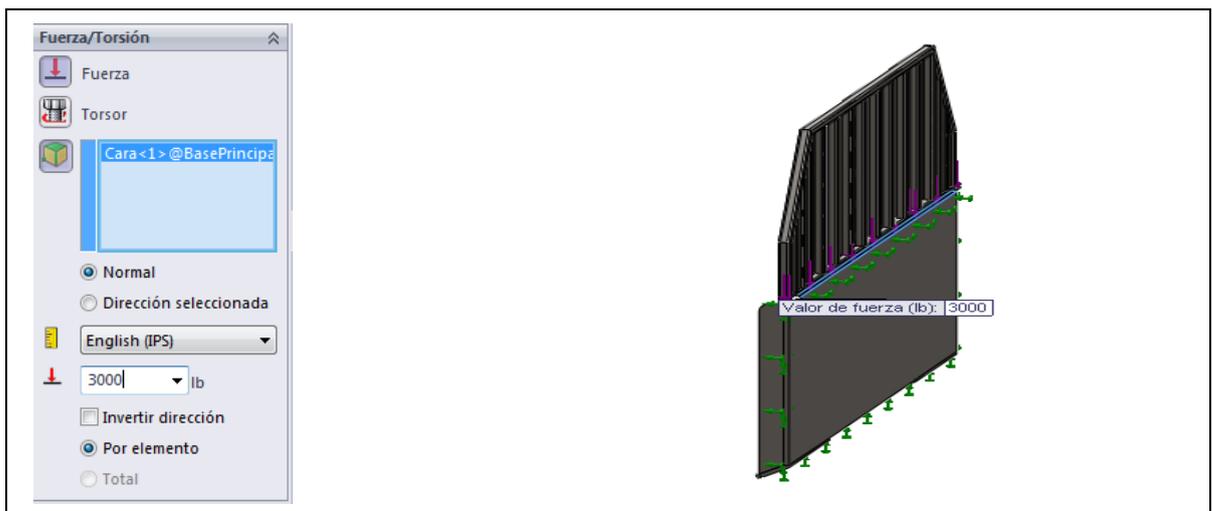


Figura 3.8. Aplicación de Fuerza Vertical en ESPALDAR

Adicionamos la gravedad (9.8 m/s²) a la estructura, para que los resultados resalten y sean lo más aproximados a la realidad. 🍎

Debido a que la base se va acoplar con el acoplador rápido que posee la minicargadora, hay que adicionar una presión de 3000 PSI a toda la base.

También para que se ejecute el estudio, hay que determinar una UNION RIGIDA entre el tubo estructural y la plancha metálica.

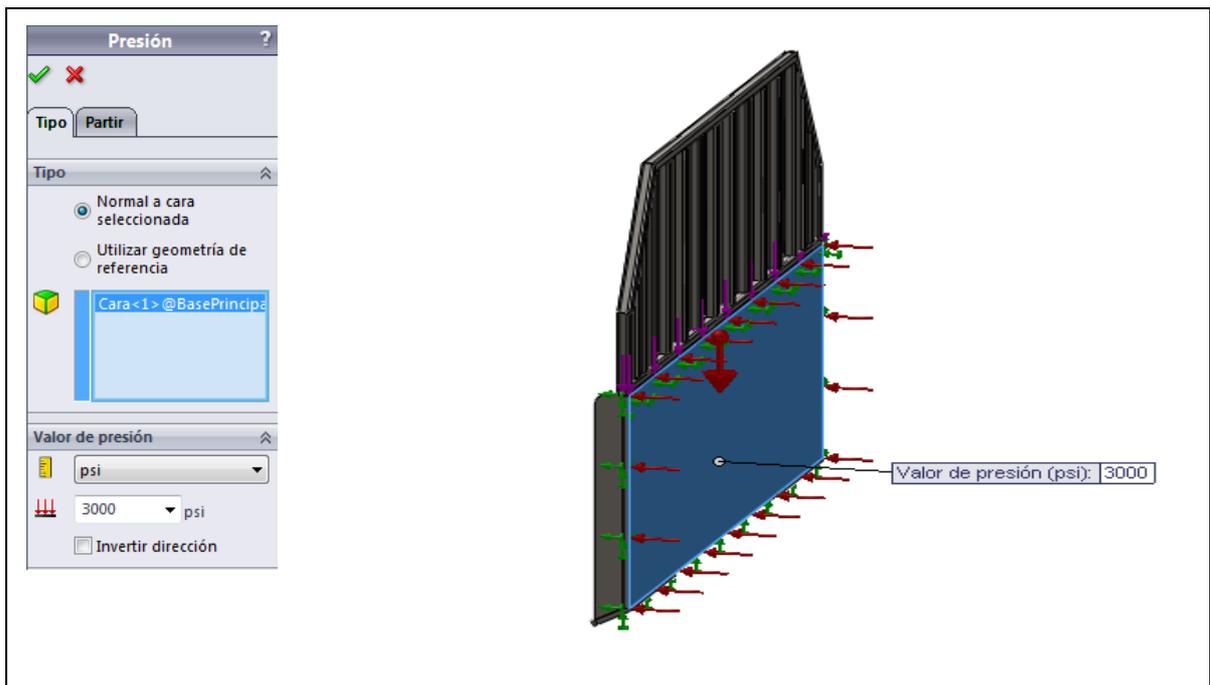


Figura 3.9. Aplicación de Presión al ESPALDAR

Al terminar el estudio estático de la base se estableció los siguientes resultados:

Propiedades del material

Sólidos

TABLA 3.2. Datos del material utilizado para ESPALDAR - SOLIDWORKS

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	BasePrincipal-1	ASTM A36 Acero	37.9155 kg	0.00483 m ³
2	Trans.Inferior.Derec-1	ASTM A36 Acero	1.0728 kg	0.000136662 m ³
3	Trans.Inferior.Izq-1	ASTM A36 Acero	1.0728 kg	0.000136662 m ³
4	Parante-1	ASTM A36 Acero	1.5228 kg	0.000193987 m ³
5	Parante-2	ASTM A36 Acero	1.5228 kg	0.000193987 m ³
6	Transversal sup-1	ASTM A36 Acero	3.99172 kg	0.0005085 m ³

Nombre de material:		ASTM A36 Acero	
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal	
Criterio de error predeterminado:		Tensión máxima de von Mises	
Datos de aplicación:		Estructuras	
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante

TENSIÓN DE VON MISES

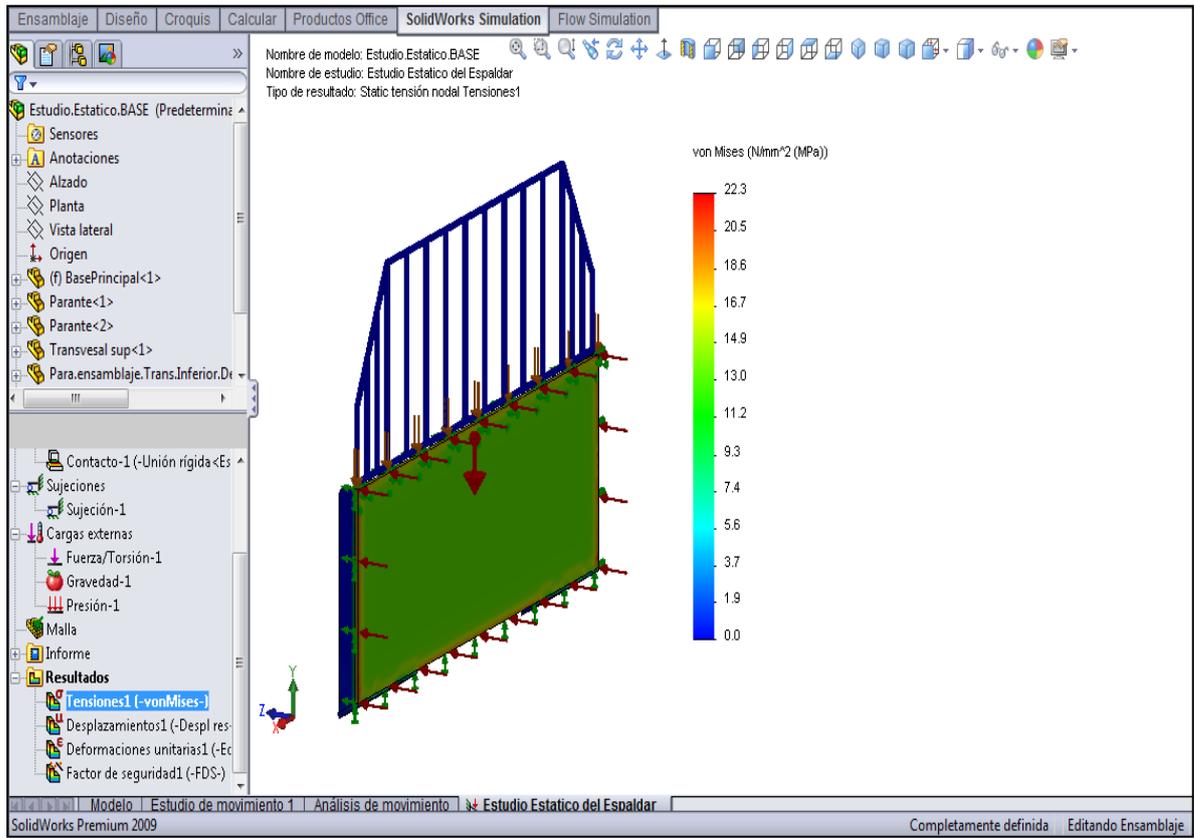


Figura 3.10. Tensión de Von Mises del ESPALDAR

Después del análisis realizado podemos observar que la máxima tensión de Von Mises es de 22.3 MPa, ubicada en la base, este resultado al comparar con el límite de fluencia del acero ASTM A36, que es 250 MPa, se puede concluir que el espaldar soportará la carga máx. de 3000 lb y en su funcionamiento no fallara.

DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

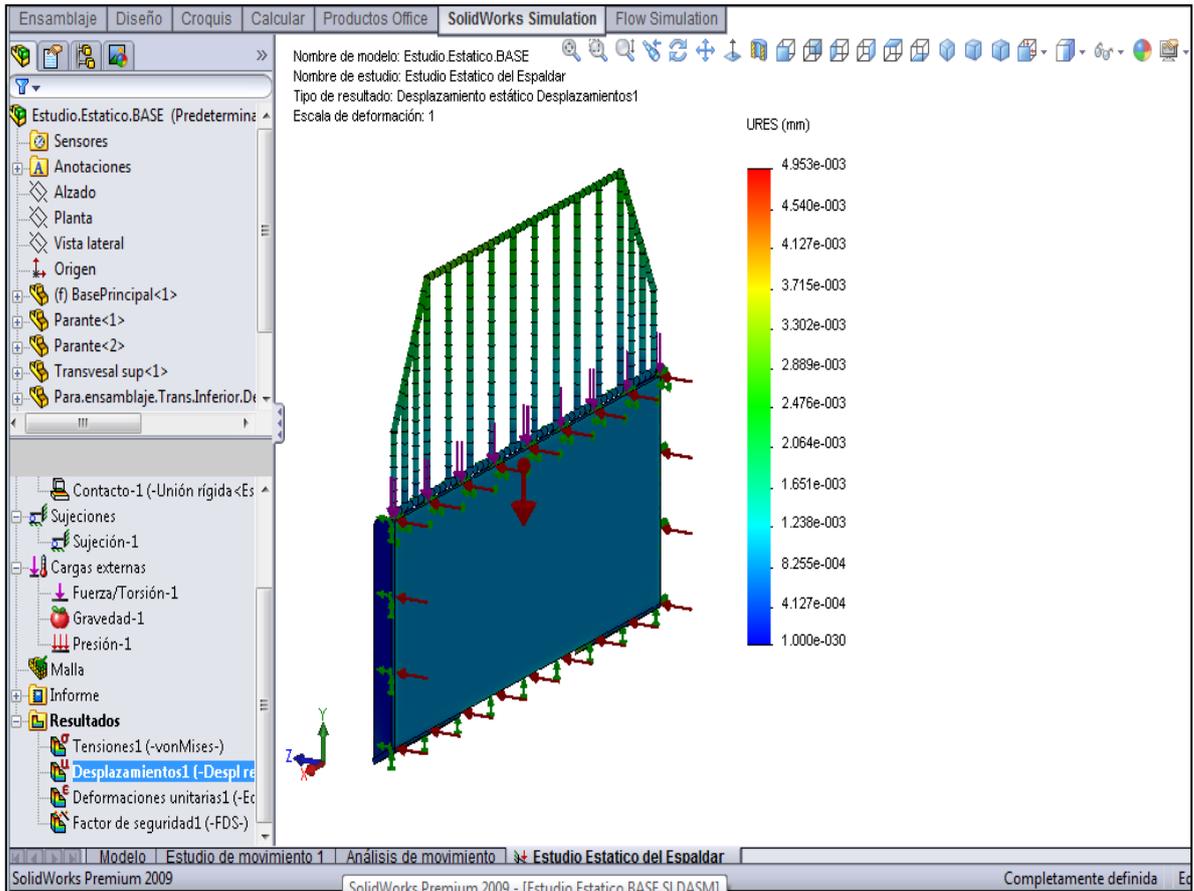


Figura 3.11. Desplazamiento Resultante del ESPALDAR

El desplazamiento generado en el estudio es de $4.958e-003$ mm en la base de acople y en los extremos del espaldar, lo que no afectará el correcto funcionamiento de la estructura, porque el valor obtenido es mínimo.

FACTOR DE SEGURIDAD

Criterio: Tensiones von Mises máx.

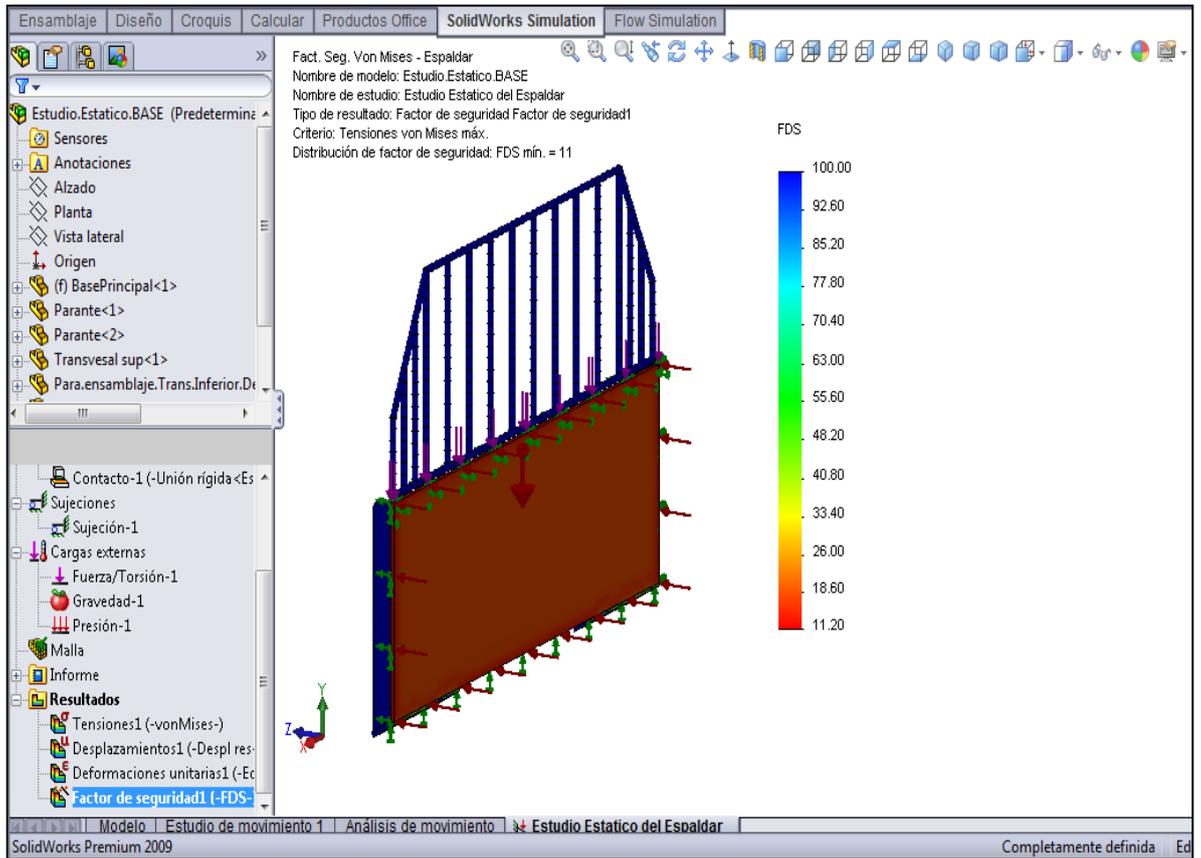


Figura 3.12. Factor de seguridad del ESPALDAR

El factor de seguridad es de 11 en todo el espaldar, situándose dentro de los parámetros establecidos por normas de seguridad de diseño.

Todo esto, nos permite garantizar la construcción y utilización del espaldar.

3.4 SELECCIÓN DEL GANCHO DE GRÚA

La selección del gancho de grúa, se realizó tomando en cuenta que la máx. carga que debe soportar la estructura es de 3000 lb, siendo también la máx. carga que puede levantar la minicargadora cat 226B.

Las características técnicas del gancho de grúa se pueden ver en **ANEXO F**.

3.4.1 CROQUIS DEL GANCHO

Con la ayuda del catálogo del gancho y del software de aplicación SolidWork, procedemos a realizar el croquis, utilizando todos los comandos que se encuentran en la barra de herramientas, para posteriormente realizar el análisis.

El gancho está construida por acero AISI 4340, que tiene una resistencia a la fluencia de 710 MPa.



Figura 3.13. Croquis del Gancho de Grúa

3.4.2 ESTUDIO DEL GANCHO

El gancho de grúa por ser un accesorio normalizado, no necesita ser evaluado por el estudio de esfuerzos. Pero para garantizar su utilización nos centraremos en la determinación del factor de seguridad.

Para ello necesitamos realizar el estudio estático, de la siguiente forma:

Primero fijaremos una restricción, utilizando geometría fija, como se indica a continuación:

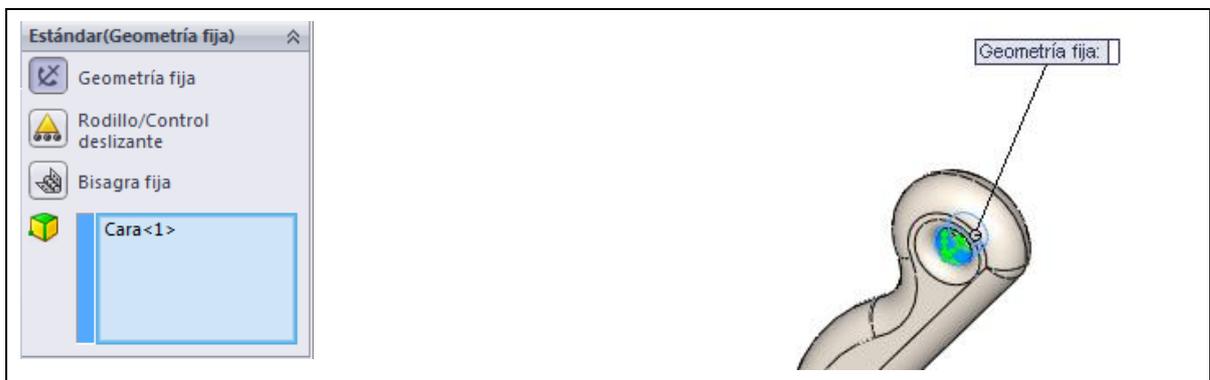


Figura 3.14. Sujeción del Gancho de Grúa

Determinamos cargas que debe soportar el gancho, incluido su gravedad y ejecutamos el estudio.

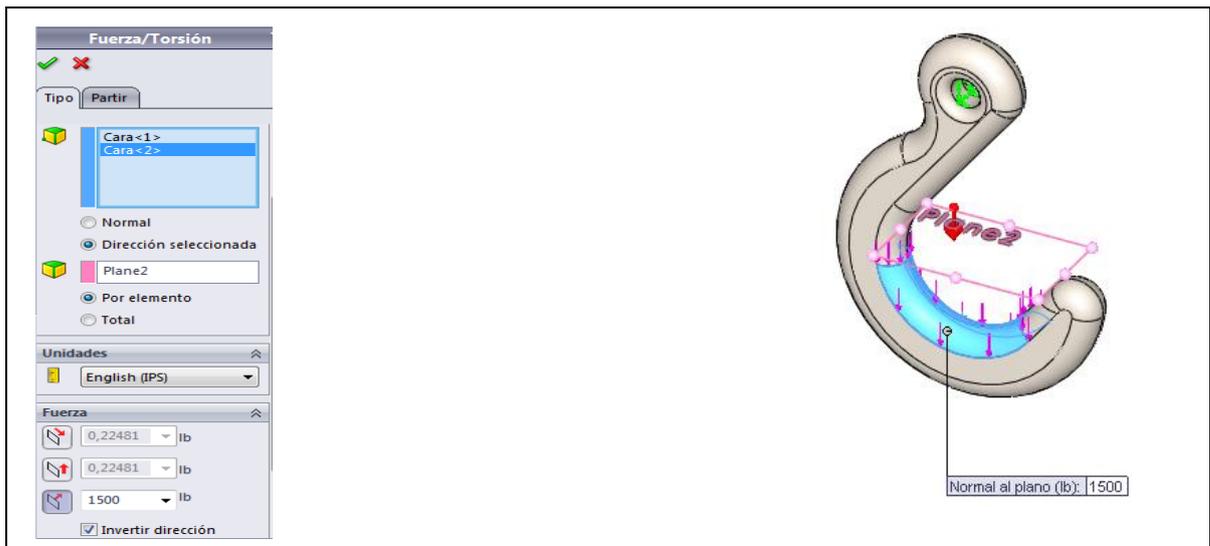


Figura 3.15. Cargas del Gancho de Grúa

Propiedades del material

SolidWorks

TABLA 3.3. Datos del material utilizado para el gancho de grúa.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	GANCHO	AISI 4340 Acero	9.97556 kg	0.00127077 m ³
Nombre de material:		AISI 4340 Acero normalizado		
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Datos de aplicación:		Herramientas		
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2.05e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.32	NA	Constante	
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7850	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	1.11e+009	N/m ²	Constante	
Límite elástico	7.1e+008	N/m ²	Constante	
Coefficiente de dilatación térmica	1.2e-005	/Kelvin	Constante	
Conductividad térmica	44.5	W/(m.K)	Constante	
Calor específico	475	J/(kg.K)	Constante	

TENSIÓN DE VON MISES

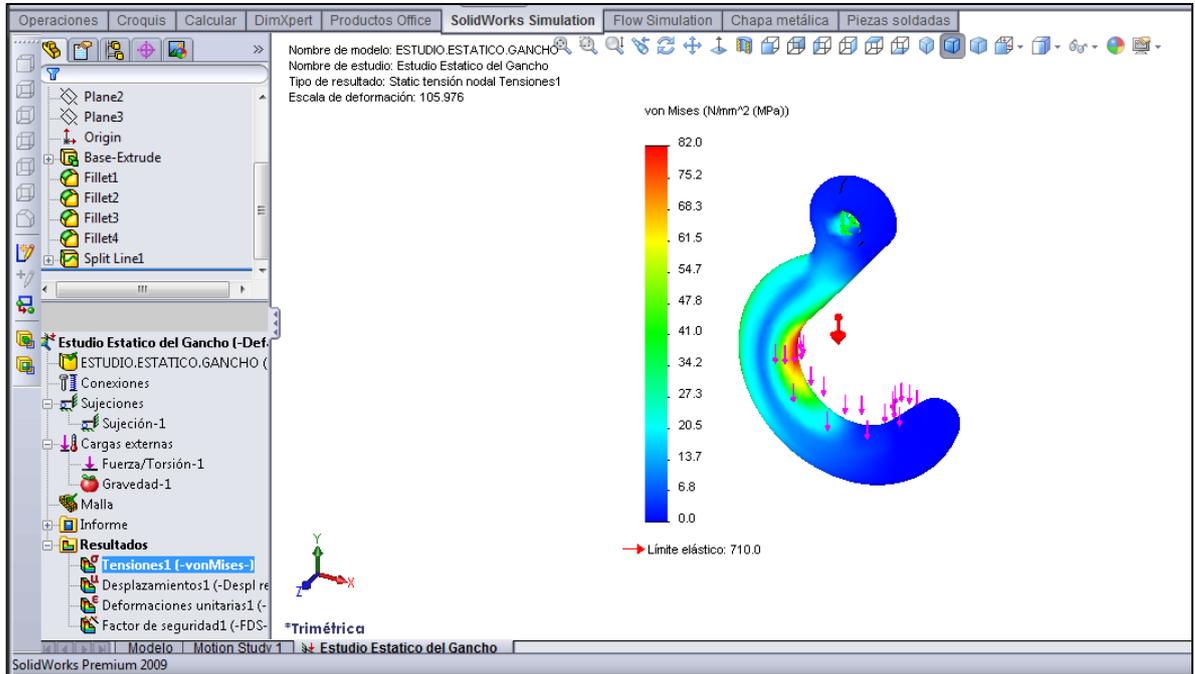


Figura 3.16. Tensión de von Mises del Gancho de Grúa

La tensión máx. otorgado por von Mises es de 82 MPa, y del material adquirido del gancho es de 710 MPa, acero AISI 4340, lo que da una confianza en la utilización. Por ende la adquisición del gancho fue óptima.

DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

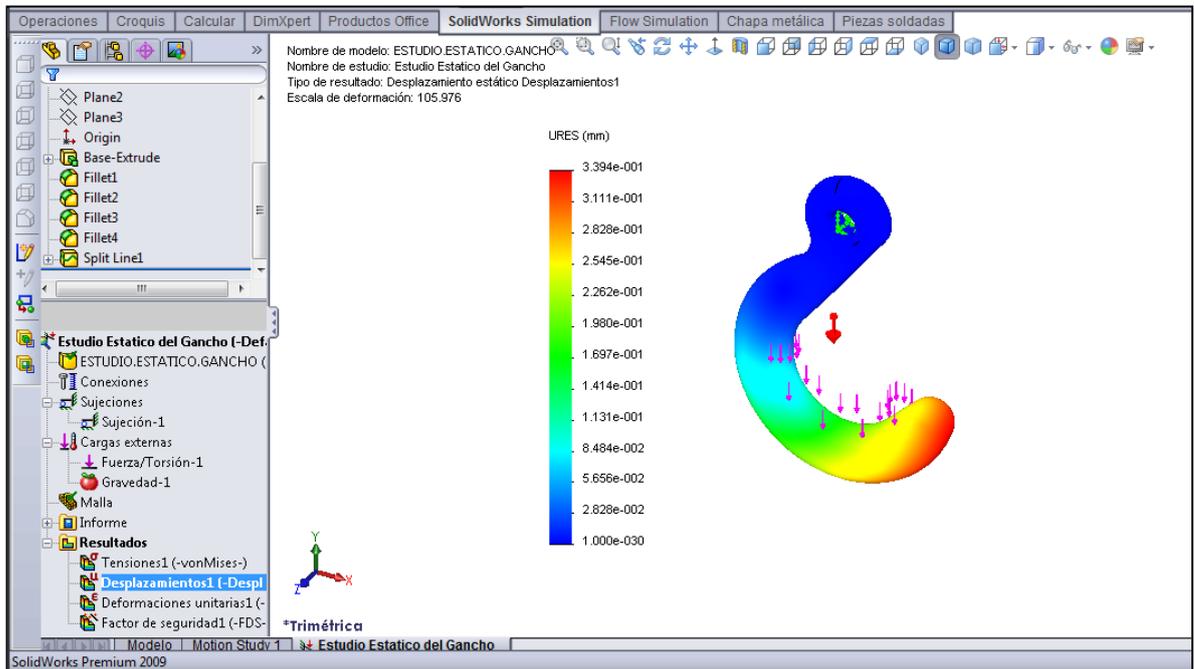


Figura 3.17. Desplazamiento resultante del Gancho de Grúa

El desplazamiento máx. generado en el gancho es de $3.394e-001$ mm, en la parte inferior, pero esta cantidad mínima no afectara la utilidad del gancho.

Lo que es recomendable su utilización.

FACTOR DE SEGURIDAD

Criterio: Tensión de von Mises máx.

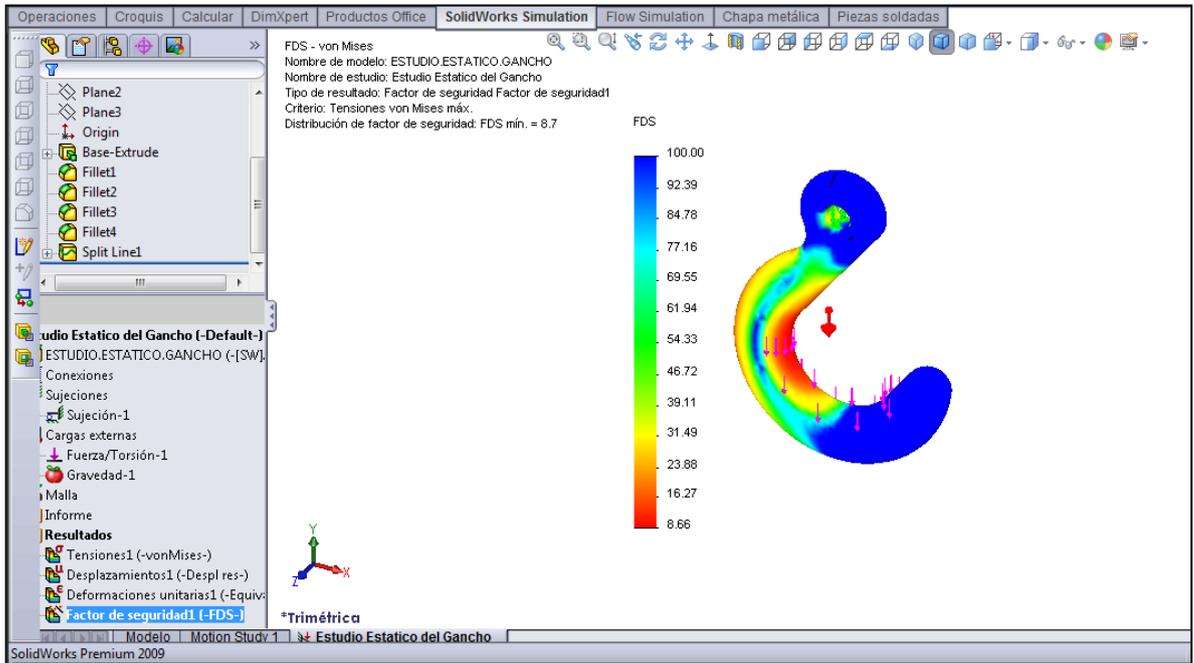


Figura 3.18. Factor de seguridad del Gancho de Grúa

El estudio nos determina un factor de seguridad de 8.7, posicionándose dentro de los márgenes de seguridad establecidos por diseño.

Todo el estudio realizado, nos proporciona garantizar la adquisición del gancho.

3.5 DISEÑO DEL PASADOR

El pasador permite la unión de dos piezas, en este caso el soporte en forma de U con el gancho de grúa, la misma que está sometido a movimiento de cargas.

El pasador se construirá utilizando acero AISI 4340, con una resistencia a la fluencia de 710 MPa.

3.5.1 CROQUIS DEL PASADOR

Utilizando el software SolidWorks, y teniendo presente las medidas transversales de la pluma, procedemos a realizar el croquis del pasador.

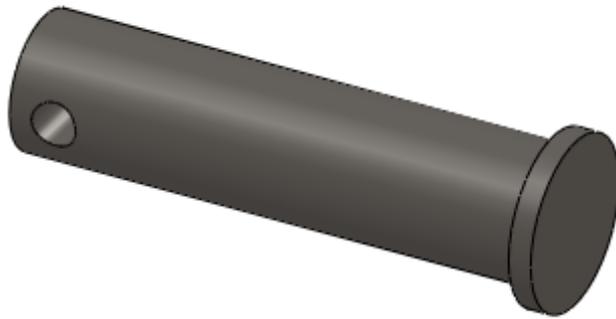


Figura 3.19. Croquis del Pasador

3.5.2 ESTUDIO ESTÁTICO DEL PASADOR

Para realizar el estudio, debemos ubicar restricciones, en este caso como geometría fija, en sus dos caras laterales.

Posteriormente adicionamos la fuerza de 3000 lb, siendo la carga máx. que puede soportar la estructura.

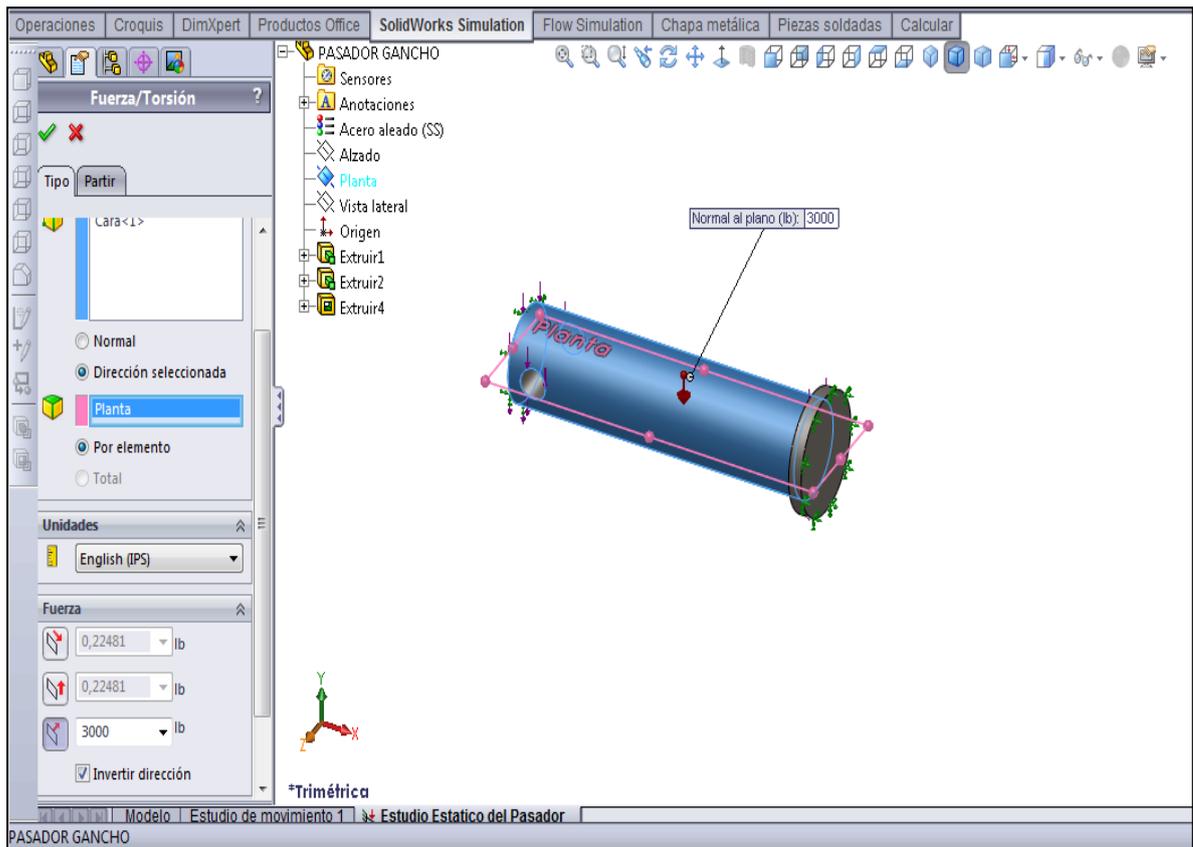


Figura 3.20. Aplicación de restricciones y cargas al Pasador

Ejecutamos el estudio para posteriormente analizar sus resultados.

Propiedades del material

SolidWorks

TABLA 3.4. Datos del material utilizado para el PASADOR - SOLIDWORKS

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Pasador	AISI 4340 Acero	0.65171 kg	8.46377e-005 m ³
Nombre de material:		AISI 4340 Acero		
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Datos de aplicación:		Herramientas		
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2.05e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.32	NA	Constante	
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7850	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	1.11e+009	N/m ²	Constante	
Límite elástico	7.1e+008	N/m ²	Constante	
Coefficiente de dilatación térmica	1.2e-005	/Kelvin	Constante	
Conductividad térmica	44.5	W/(m.K)	Constante	
Calor específico	475	J/(kg.K)	Constante	

TENSIÓN DE VON MISES

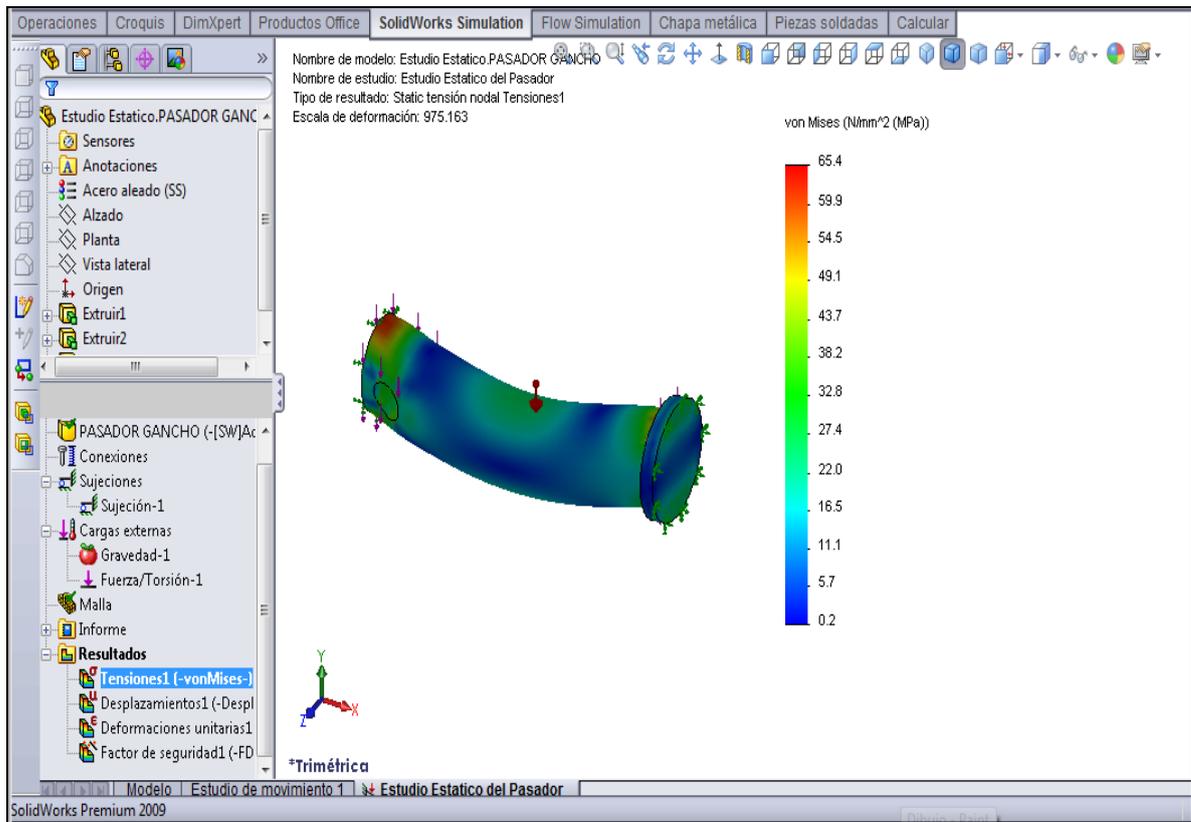


Figura 3.21. Tensión de von Mises del Pasador

En el diseño del pasador se puede observar una tensión máx. de 65.4 Mpa.

Al comparar con el tipo de material del pasador a construir que es acero AISI 4340, y tiene un límite a la fluencia de 710 MPa, se puede concluir que el pasador no fallará en su funcionamiento.

DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

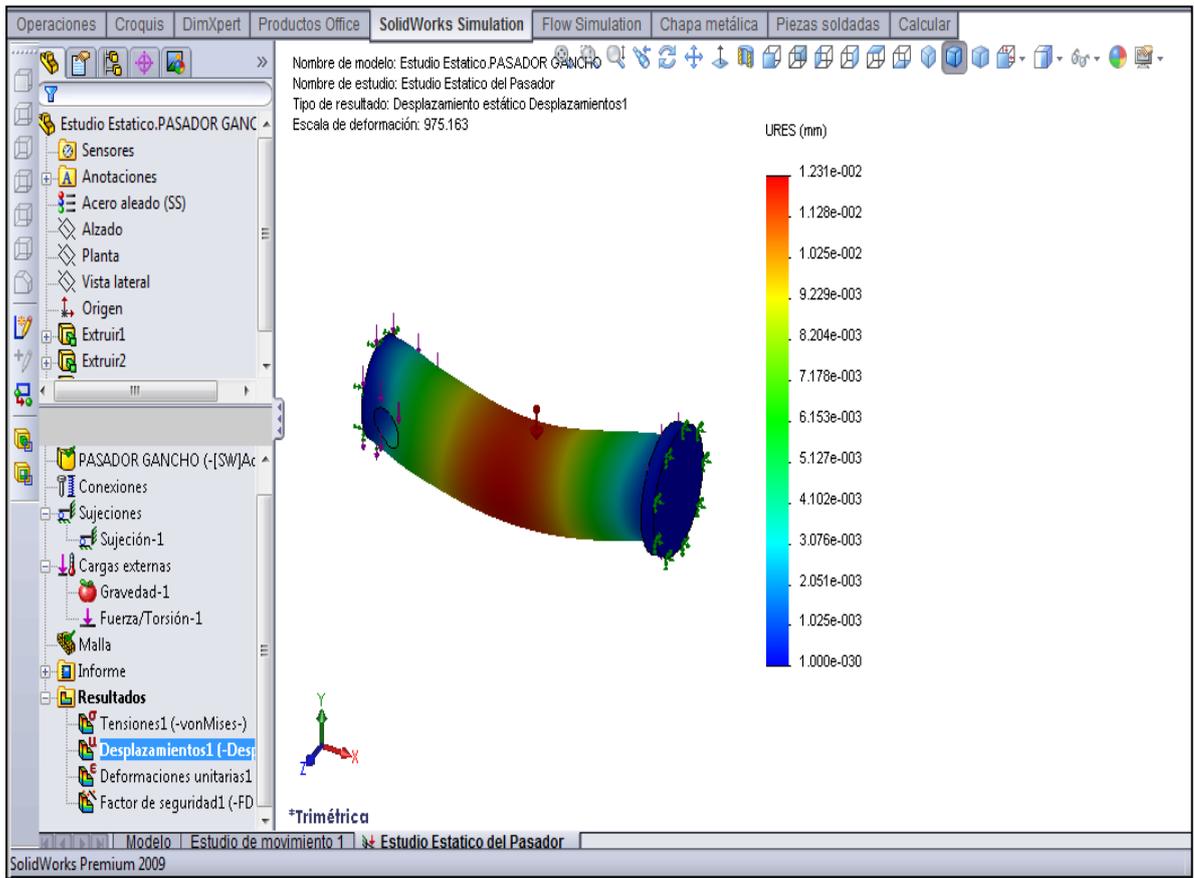


Figura 3.22. Desplazamiento Resultante del Pasador

Se visualiza un desplazamiento de $1.231e-002$ mm, lo que genera una buena funcionalidad del pasador en su momento de operación. Debido a que la cantidad es muy pequeña, a lo establecido por diseño.

FACTOR DE SEGURIDAD

Criterio: Tensiones von Mises máx.

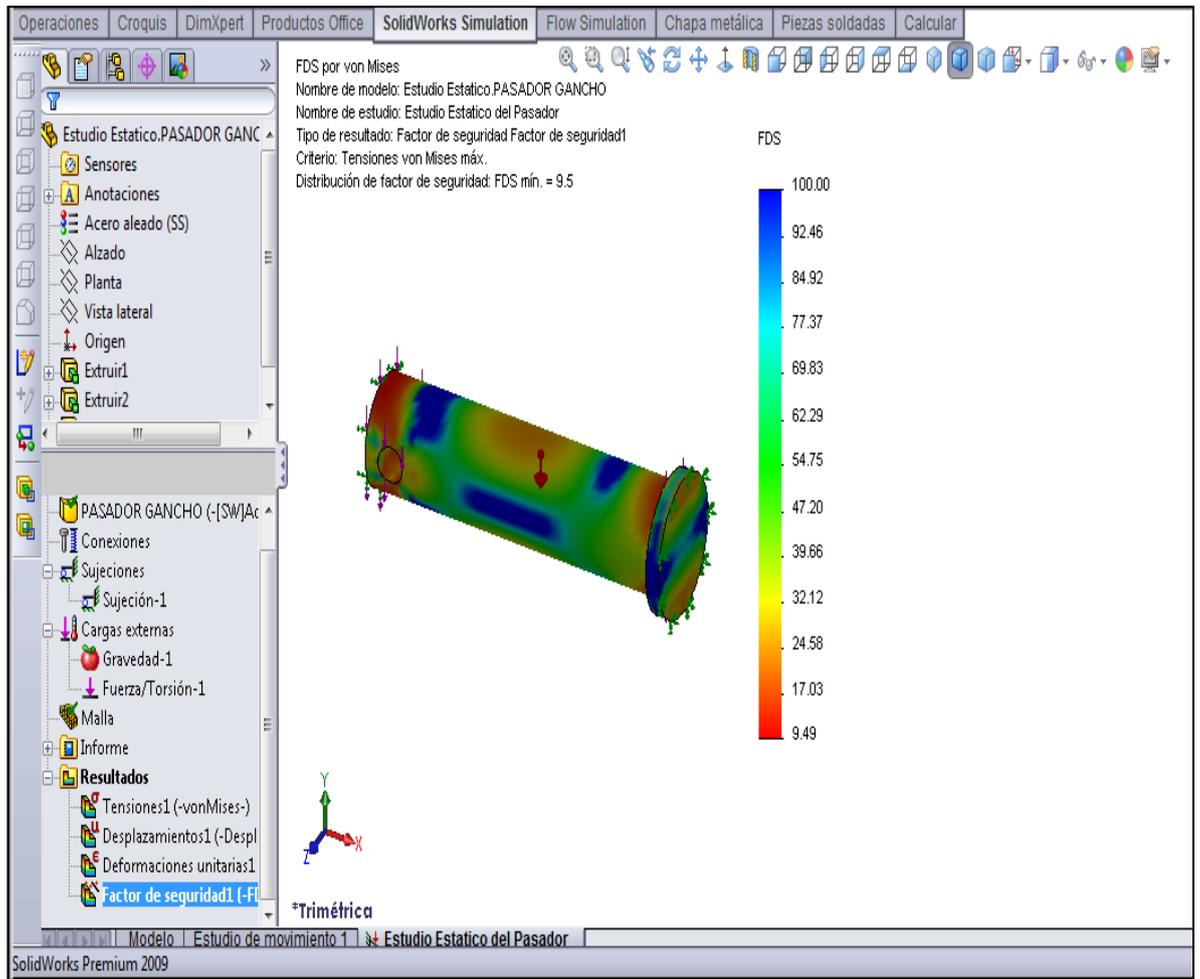


Figura 3.23. Factor de Seguridad del Pasador

Después de concluir el análisis, se obtiene un factor de seguridad de 9.5, esto nos permite garantizar el buen funcionamiento del pasador.

Con todos los elementos diseñados y previamente comprobados por normas de diseño, se procede al ensamble del brazo para manejo de material.

3.6 CÁLCULO ESTRUCTURAL

BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

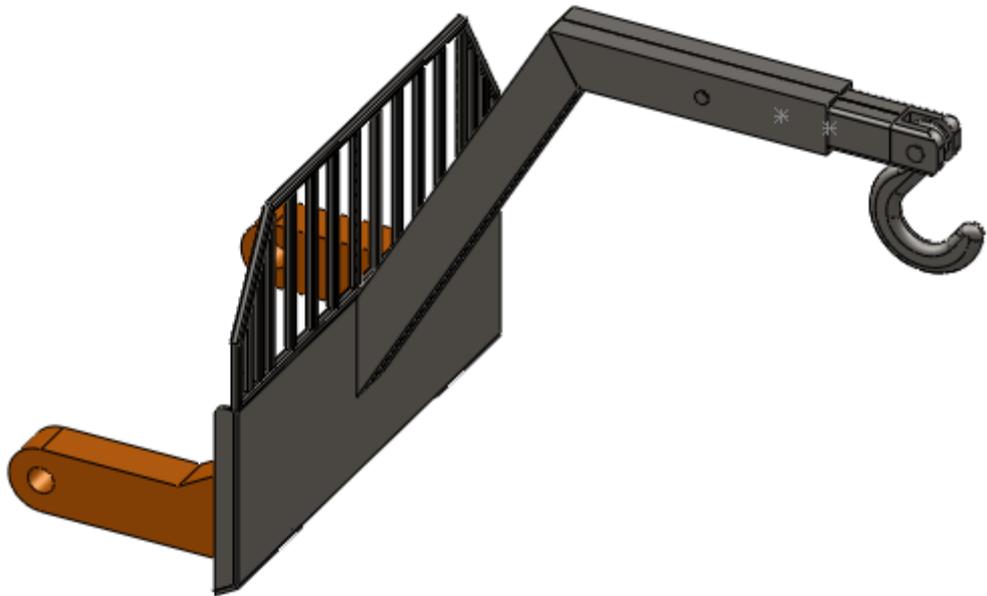


Figura 3.24. Ensamble del BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

La estructura en si es sometida a máximas tensiones para lo cual es necesario realizar un estudio a través del Software CAD SolidWork 2009, el cual nos permite visualizar las propiedades del material, las cargas y restricciones, a la cual es sometida toda la estructura, dándonos como resultado lo siguiente:

Propiedades de los materiales

Sólidos

TABLA 3.5. Datos de materiales utilizados para el brazo para manejo de material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Base Principal	ASTM A36 Acero	37.9155 kg	0.00483 m ³
2	Parante Inferior Derec	ASTM A36 Acero	1.0728 kg	0.000136662 m ³
3	Parante Inferior Izq	ASTM A36 Acero	1.0728 kg	0.000136662 m ³
4	Parante lateral	ASTM A36 Acero	1.5228 kg	0.000193987 m ³
5	Parante lateral	ASTM A36 Acero	1.5228 kg	0.000193987 m ³
6	Parante Transversal sup.	ASTM A36 Acero	3.99172 kg	0.0005085 m ³
7	Gancho	AISI 4340 Acero	9.78495 kg	0.00127077 m ³
8	Pasador del gancho	AISI 4340 Acero	0.65171 kg	8.46377e-005 m ³
9	Pasador de la estructura	AISI 4340 Acero	0.35088 kg	4.55688e-005 m ³
10	Soporte en U	ASTM A36 Acero	2.92525 kg	0.000372644 m ³
11	Acoplador Rápido	AISI 4340 Acero	221.812 kg	0.0282563 m ³
12	Extensión de Pluma	ASTM A36 Acero	5.41212 kg	0.000689442 m ³
13	Extensión de Pluma	ASTM A36 Acero	5.41212 kg	0.000689442 m ³
14	Pluma CAT	ASTM A36 Acero	11.3571 kg	0.00144677 m ³
15	Pluma CAT	ASTM A36 Acero	7.06703 kg	0.000900259 m ³
16	Pluma CAT	ASTM A36 Acero	11.3571 kg	0.00144677 m ³
17	Pluma CAT	ASTM A36 Acero	7.06703 kg	0.000900259 m ³

Nombre de material:		ASTM A36 Acero	
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal	
Datos de aplicación:		Estructuras	
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante

Nombre de material:		AISI 4340 Acero	
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal	
Datos de aplicación:		Herramientas	
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.05e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.32	NA	Constante
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	1.11e+009	N/m ²	Constante
Límite elástico	7.1e+008	N/m ²	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	1.2e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	44.5	W/(m.K)	Constante
Calor específico	475	J/(kg.K)	Constante

Sujeción para las tres ubicaciones

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Sujeción-1 <Acoplador Rapido-1>	activar 6 Cara(s) fijo.	
Sujeción-2 <Acoplador Rapido-1>	activar 1 Cara(s) fijo.	
Sujeción-3 <Pasador estructura-1>	activar 1 Cara(s) fijo.	

Carga para las tres ubicaciones

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza GANCHO	activar 2 Cara(s) aplicar fuerza -1500 lb normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Planta utilizando distribución uniforme. Fuerza total – 3000 lb.	Carga secuencial	
Gravedad	Gravedad con respecto a Planta con la aceleración de la gravedad -9.81 m/s ² normal a plano de referencia	Carga secuencial	

3.6.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO

3.6.1.1 PRIMERA UBICACIÓN - EXTENSIÓN DE LA PLUMA

Longitud: 1147.5 mm

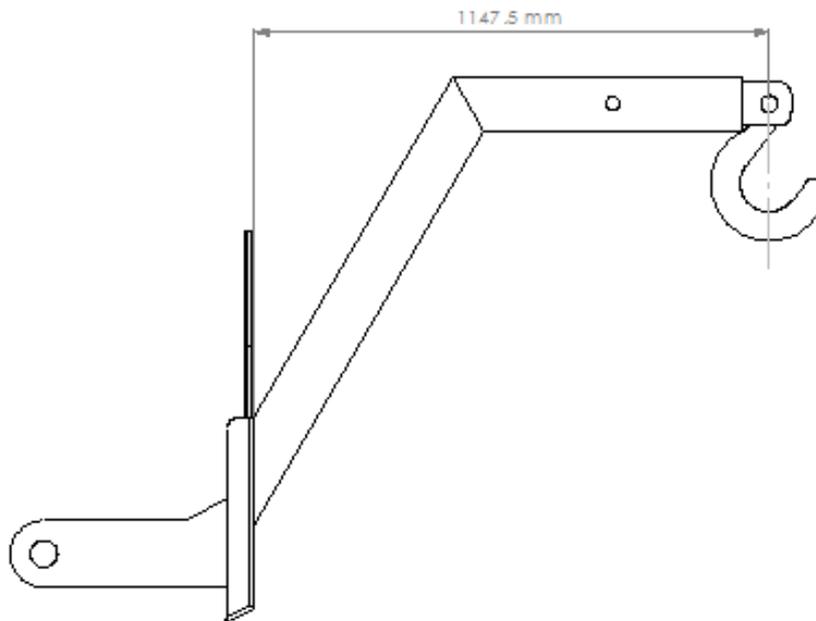


Figura 3.25. Croquis de la primera ubicación de la extensión de la pluma.

TABLA 3.6. Resultados del diseño

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0 MPa	445.5 MPa
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	1.401 mm
Factor de seguridad	FDS: Factor de seguridad de tensión von Mises	1.6	

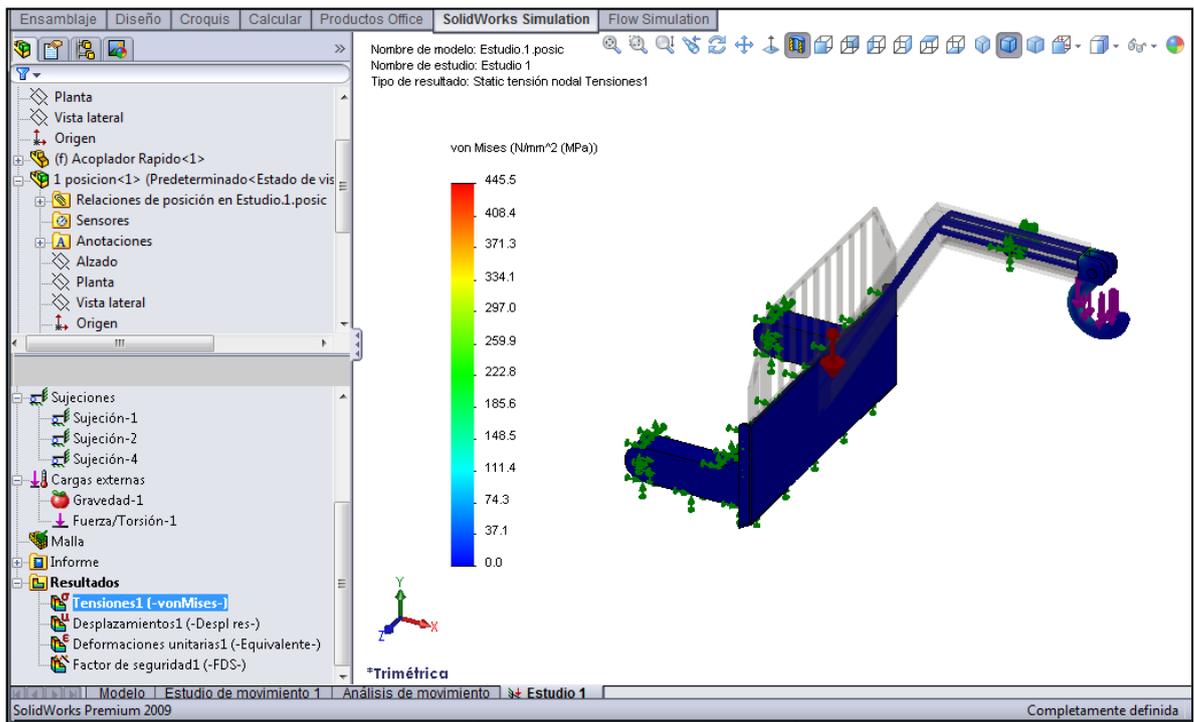


Figura 3.26. Cálculo estructural – Tensiones de Von Mises

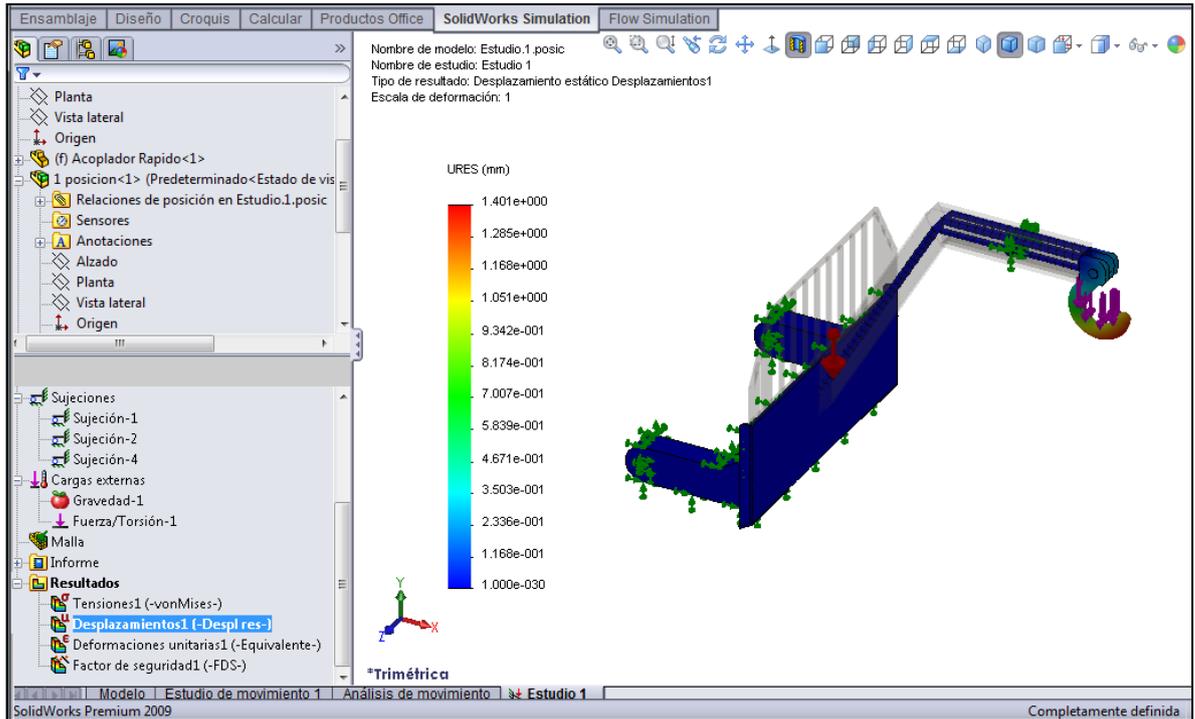


Figura 3.27. Cálculo estructural – Desplazamientos

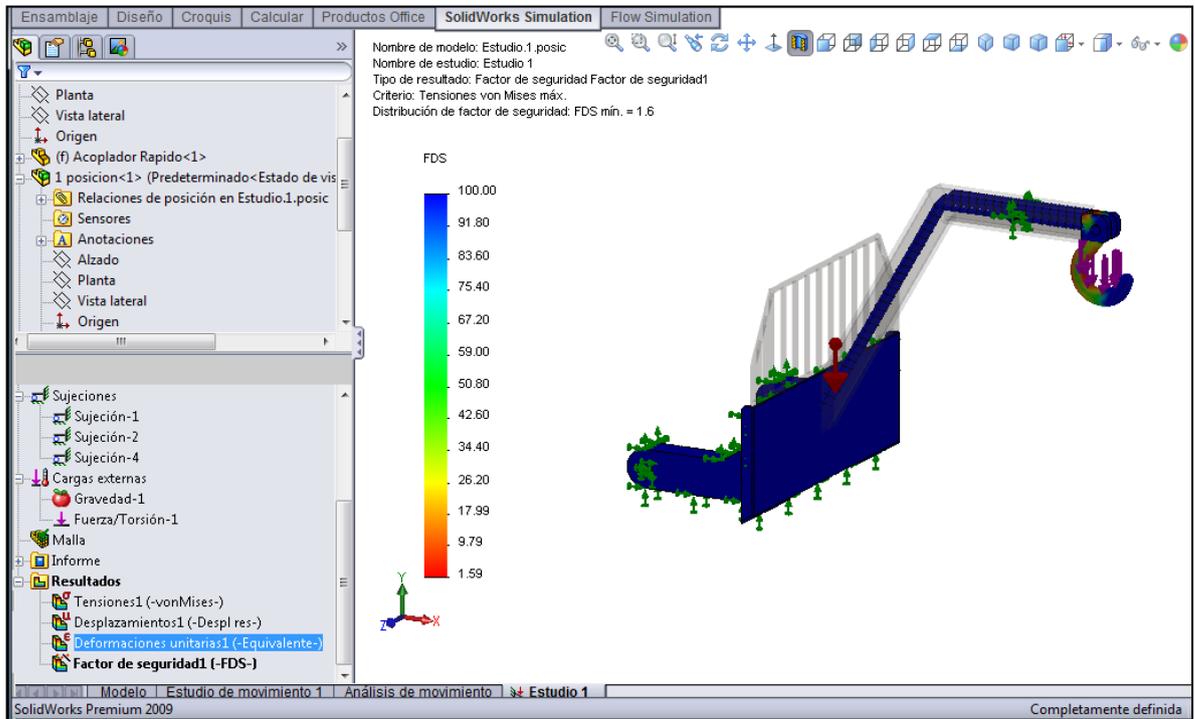


Figura 3.28. Cálculo estructural – Factor de seguridad de Von Mises

3.6.1.2 SEGUNDA UBICACIÓN- EXTENSIÓN DE LA PLUMA

Longitud: 1291.25 mm

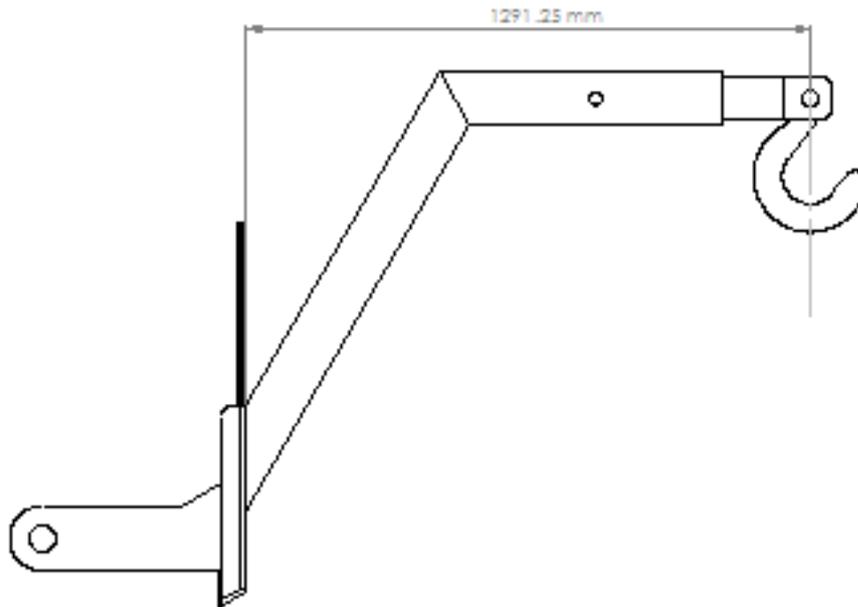


Figura 3.29. Croquis de la segunda ubicación de la extensión de la pluma.

TABLA 3.7. Resultados del diseño

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0 MPa	227.064 MPa
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	1.07154 mm
Factor de seguridad	FDS: Factor de seguridad de tensión de von Mises	1.1	

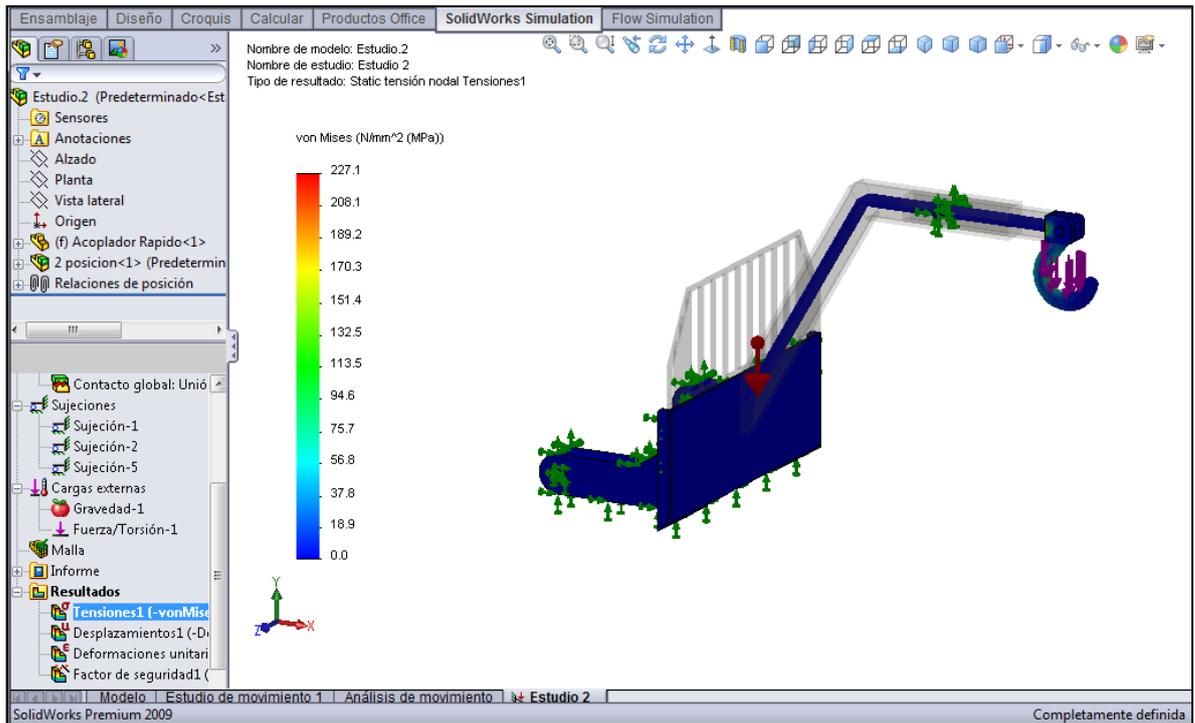


Figura 3.30. Cálculo estructural – Tensiones de Von Mises

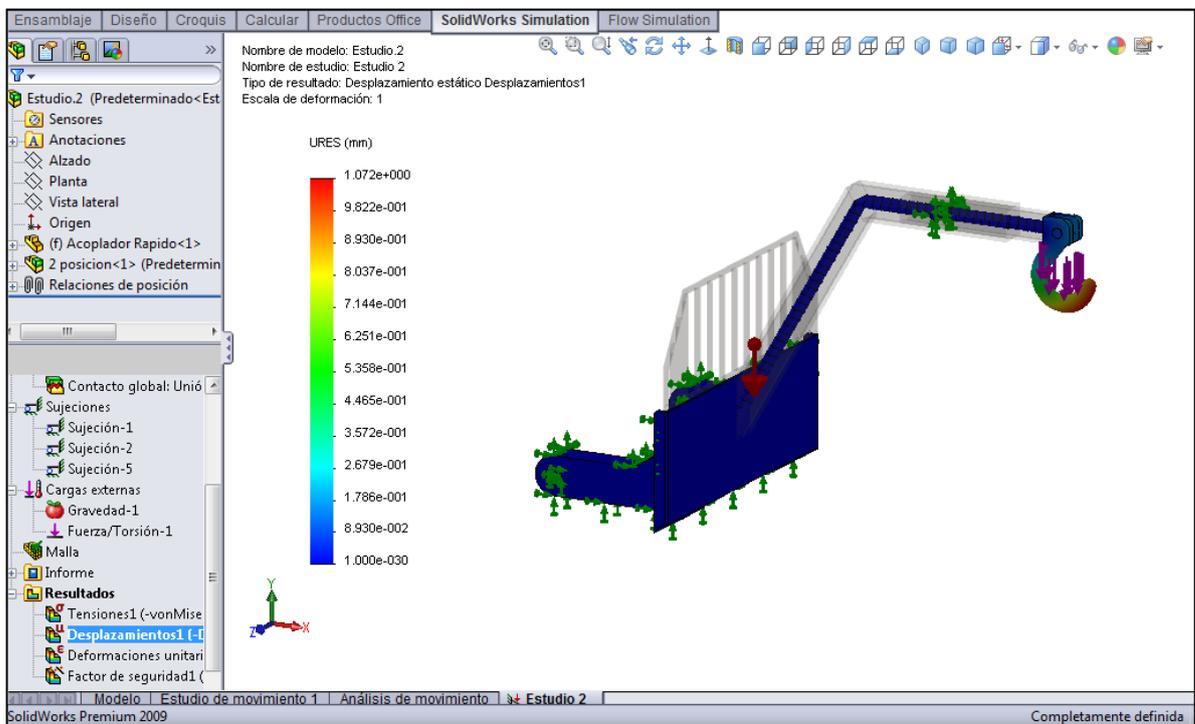


Figura 3.31. Cálculo estructural – Desplazamientos

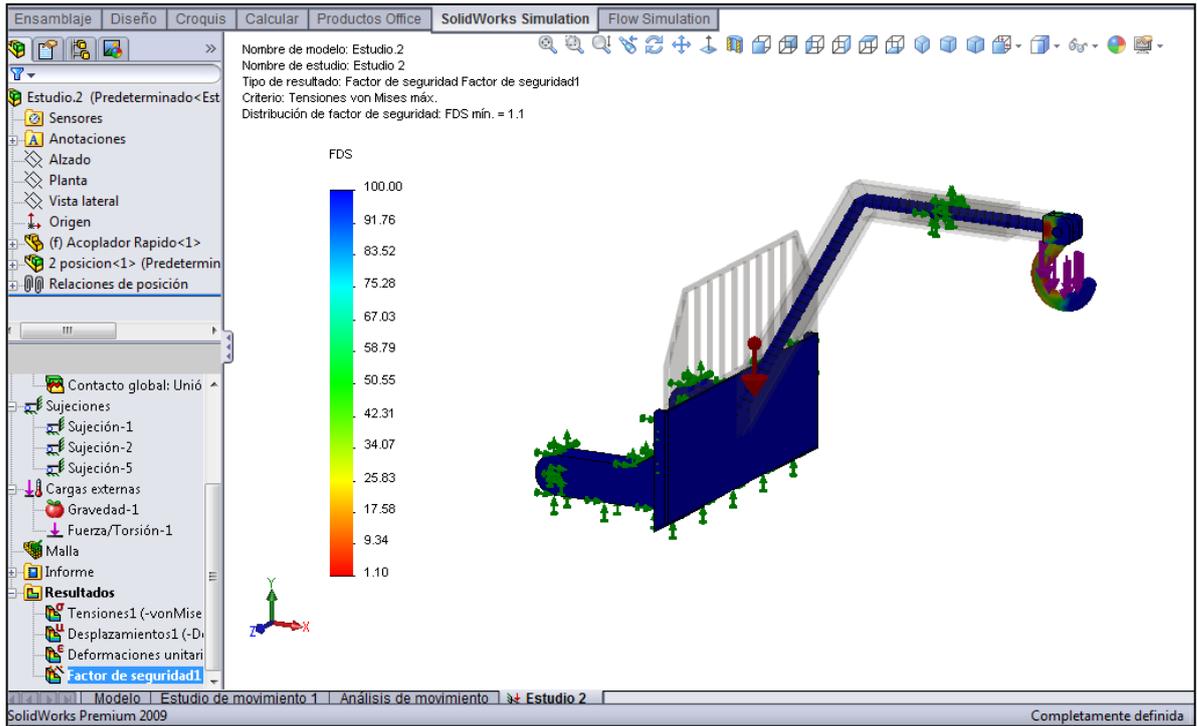


Figura 3.32. Cálculo estructural – Factor de seguridad Von Mises

3.6.1.3 TERCERA UBICACIÓN – EXTENSIÓN DE LA PLUMA

Longitud: 1399 mm

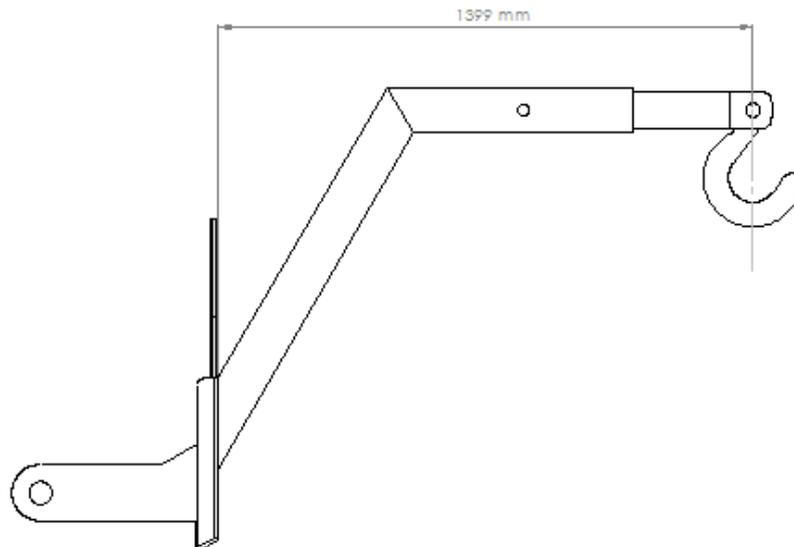


Figura 3.33. Croquis de la tercera ubicación de la extensión de la pluma.

TABLA 3.8. Resultados del diseño

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0 MPa	184.868 MPa
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	1.06056 mm
Factor de seguridad	FDS: Factor de seguridad por tensión de von Mises	1.4	

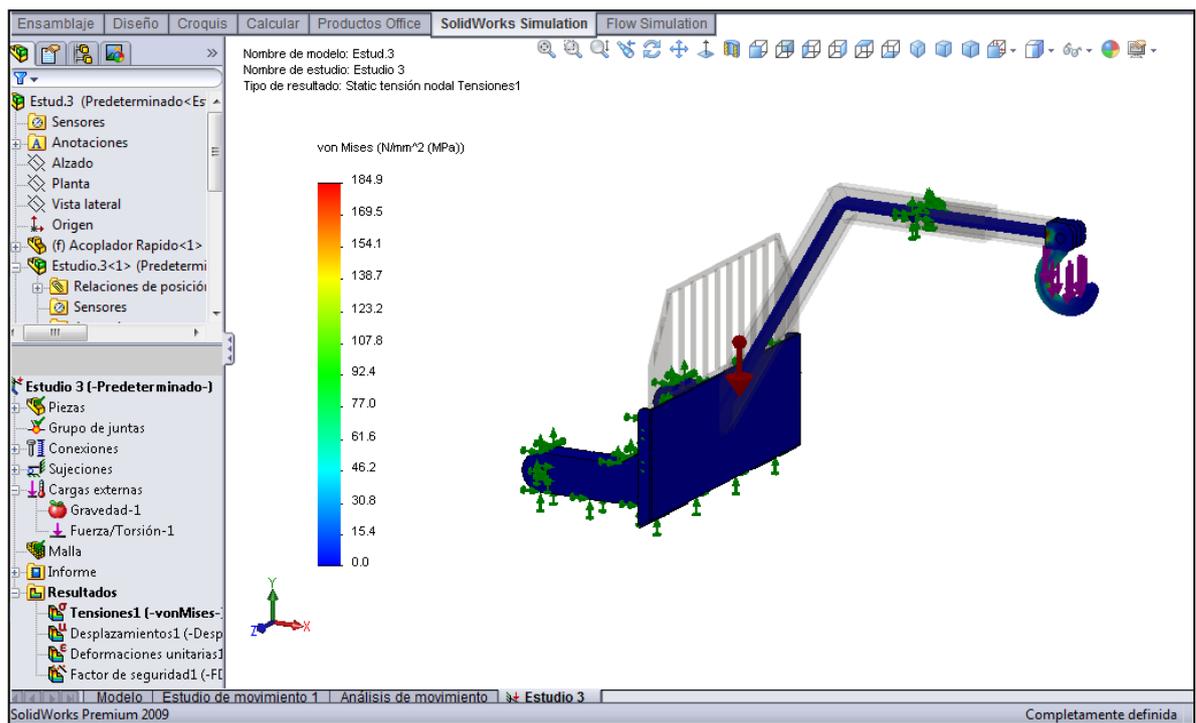


Figura 3.34. Cálculo estructural – Tensiones de Von Mises

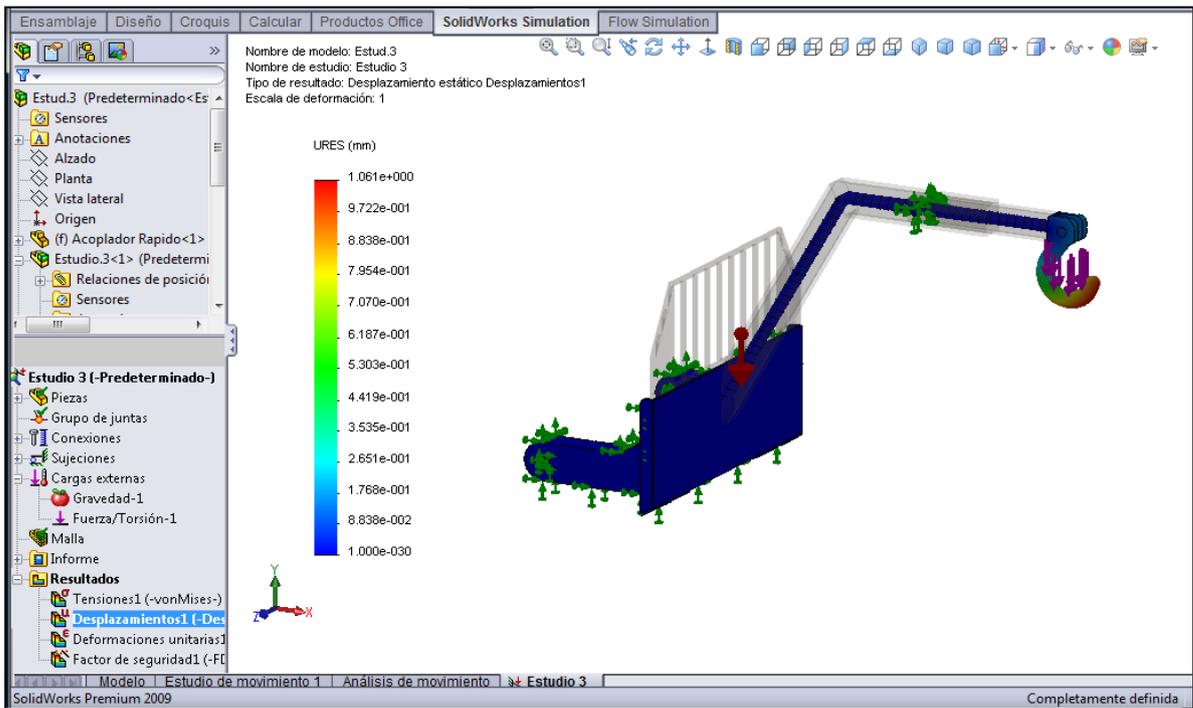


Figura 3.35. Cálculo estructural – Desplazamientos

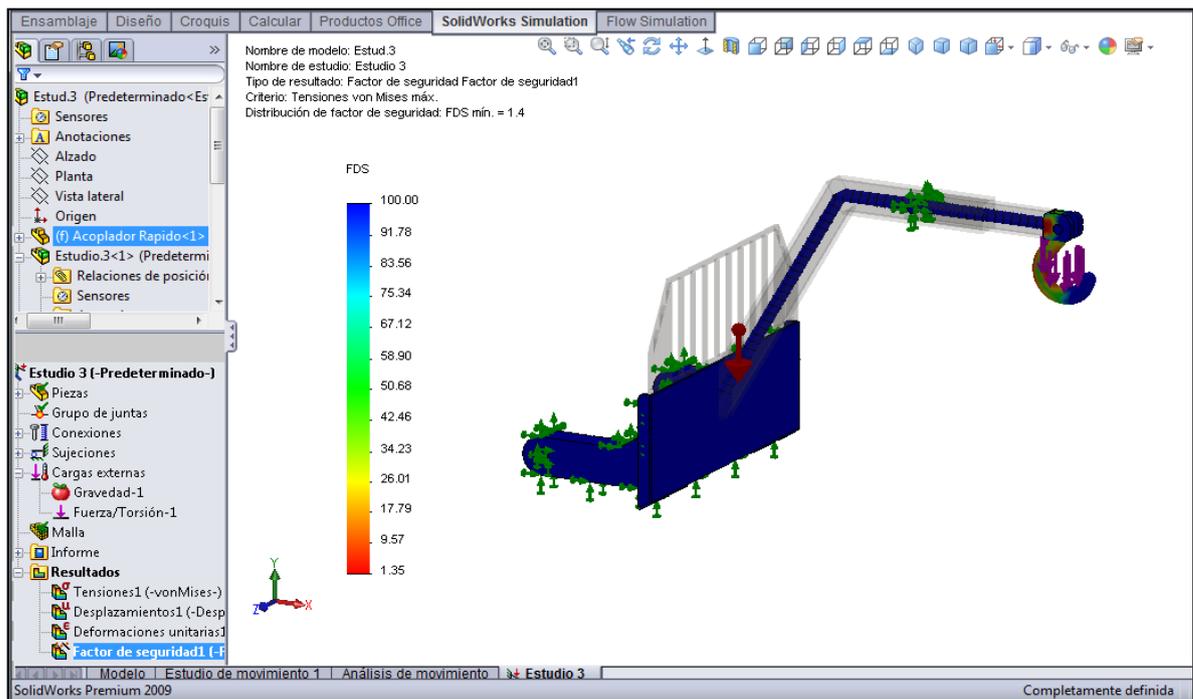


Figura 3.36. Cálculo estructural – Factor de seguridad Von Mises

El factor de seguridad otorgado por Von Mises en los tres casos es mayor que uno, por ende se puede garantizar la construcción del brazo para manejo de material, para que soporte una carga máxima de 3000 lb.

CAPÍTULO IV

IV CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 GENERAL

Una vez determinada la geometría de la estructura; el siguiente paso es la construcción de sus diferentes componentes. Para ello se utilizará un taller industrial equipado con máquinas – herramientas.

Para realizar el montaje de los diferentes componentes se utilizara el proceso de soldadura GMAW (MIG/MAG).

4.1.2 PROCESO DE SOLDADURA GMAW

El proceso GMAW (Soldadura con alambre continuo y protección gaseosa), es muy utilizado para soldar acero al carbono, tales como acero estructural, vigas UPN entre otros.

Este proceso aprovecha el calor generado por el arco eléctrico para fundir los metales a soldar, utilizando un alambre continuo y la suministración un gas protector. El gas puede ser el argón, helio, el dióxido de carbono etc. O una mezcla de ellos.



Figura 4.1. Maquina soldadora GMAW

La aplicación de esta suelda, será de forma manual ya que es un trabajo que no se puede automatizar y no es de mayor complejidad.

4.1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINA SOLDADORA GMAW

TABLA 4.1. Características Técnicas de soldadora GMAW

Características técnicas		K14020-1
Tensión en Red	V/Hz	230-400/3/50-60
Fusible		40A/25A
Factor Marcha		300A/29V/35% 225A/25,2V/60%
Rango de corriente	A	30-300A
Dimensiones	Mm	790 x 460 x 925
Al x An x L		
Peso	Kg	96

4.1.4 SELECCIÓN DEL ELECTRODO Y CONDICIONES DE SOLDADO

Para seleccionar el material de aporte a la soldadura se debe tener muy en cuenta que el material de aporte sea igual o de mayores características que el material base en este caso vigas UPN.

Entonces tenemos que el acero ASTM A36 tiene los siguientes porcentajes de composición:

ACERO ASTM A36

C_{max}	0.15 - 0.2%	Mn	0.8 - 1.1%	Si	0.4- 0.8%	Cr	0.5- 0.8%	Mo	0.18- 0.28%
------------------------	----------------	-----------	---------------	-----------	--------------	-----------	--------------	-----------	----------------

Con estos porcentajes nos trasladamos a seleccionar un electrodo con las mismas características de composición de materiales.

Para soldar el acero ASTM A36 necesitamos el electrodo de las siguientes características:

TABLA 4.2. Características Técnicas del alambre de soldadura GMAW

Norma		AWS			ER 70 S – 6		
Análisis del Metal Depositado		C	0.1%	Si	0.90%	Mn	1.50%
Proceso	MIG/MAG (G.M.A.W.) soldadura por arco eléctrico con protección gaseosa			GAS DE PROTECCION			
				CO2	AGA MIX20		
RESISTENCIA A LA TRACCION			ELONGACION				
58 – 63 Kg/mm ² (80000 psi)			Lo=5D		27.3%		
Aplicación: Para soldar acero dulce en toda posición, mediante proceso MIG/MAG usando anhídrido carbónico (CO ₂) o mezcla AGAMIX 20. Utilización en estructuras en general, maquinarias, bastidores de autos, etc.							

Una vez con el material de aporte seleccionado debemos tener en cuenta las condiciones de soldado.

Para seleccionar estas condiciones hay que tener en cuenta que el espesor máx. del material base es de 10 mm.

TABLA 4.3. Características Técnicas de condiciones de soldadura GMAW

TABLA DE CONDICIONES DE SOLDADURA GMAW		
Condición	Medidas	Unidades
Espesor del material	10	mm
Diámetro del electrodo	0,9	mm
Corriente de soldadura CD	100-130	Amp
Voltaje del arco	18-20	Volt.
Flujo de gas	8-15	Lt/min
Velocidad de alimentación del alambre	310-630	Cm/min

12

4.2 CONSTRUCCIÓN DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

4.2.1 ADQUISICIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para construir la estructura se adquirió los siguientes materiales:

- ✚ Una plancha metálica de 1220 x 2440 x 12 mm, de acero ASTM A36.
- ✚ Una viga UPN 100 de 6 m de longitud, de acero ASTM A36.
- ✚ Una viga UPN 80 de 2 m de longitud, de acero ASTM A36.
- ✚ Dos pasadores de 22 mm de diámetro x 130 mm de longitud, SAE grado5
- ✚ Un gancho de grúa de 3 toneladas, de acero aleado AISI 4340
- ✚ Un tubo rectangular de 20 x 40 x 3 mm por 6m de longitud; de acero ASTM A500.

12

- ✚ Soldadura de Carry, Pág., 531
- ✚ Manual de electrodos AGA, Pág. 42
- ✚ Folleto de soldadura por Ing. Fausto Acuña, Pág. 163

4.2.2 CUADRO DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DEL ESPALDAR

CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL MINICARGADORA CAT 226 B							
<input type="checkbox"/> MÉTODO ACTUAL		<input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUESTO		FECHA: 10 /03/2010			
Descripción de la parte: ESPALDAR							
Descripción de la operación: Construcción							
ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS
	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	
<input type="radio"/> Operaciones	10						
<input type="checkbox"/> Transporte	2						
<input type="checkbox"/> Inspección	10						
<input type="checkbox"/> Retrasos							
<input type="checkbox"/> Almacenam.	1						
Dist. Recorrid.	FT		FT		FT		
ESTUDIADO POR: FABIAN CRIOLLO							
Paso	Proceso	Método	Actividad	Dist.	Cant.	Tiemp.	Calculo T/C
1	Adquisic. Plancha	Transp.	● ⇒ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1		
2	Medidas	Flexometr	<input type="radio"/> ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		10		
3	Corte	Oxicorte	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		15		
4	Pulido	Moledora	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		4		
5	Soldadura	GMAW	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		8		
6	Limpieza	Cepillo			4		
7	Pulido	Lija			4		
8	Fondo				3		
9	Pintura				2		
10	Almacent.	Taller			1		

4.2.3 CONSTRUCCIÓN DEL ESPALDAR

PROCEDIMIENTO:

- ✚ En la plancha adquirida se traza las medidas establecidas por diseño, con la ayuda de: flexómetro, rayador, planos.



Figura 4.2. Trazado de medidas

- ✚ Se regula las presiones necesarias de la soldadura oxiacetilénica (OAW), para realizar el corte necesario.

Presiones de Trabajo:

$$O_2 = 15 \text{ psi}$$

$$C_2H_2 = 5 \text{ psi}$$



Figura 4.3. Calibración de Presiones OAW

- ✚ Realizamos el corte, tomando muy en cuenta las normas de seguridad.



Figura 4.4. Oxicorte

- ✚ Con la ayuda del esmeril de mano, se procede a quitar todas las rebabas producidas por el corte.



Figura 4.5. Aplicación moledora

- ✚ Debido al corte realizado, en la plancha metálica se originó un breve pandeo, por esta razón se procede a enderezar la plancha, con la ayuda de un tractor agrícola, de la siguiente manera.



Figura 4.6. Enderezado

- ✚ Una vez conseguido esto, la plancha queda lista con las siguientes dimensiones:
1150 x 240 x 12 mm, de acero ASTM A36.

NOTA: El método de enfriamiento de todos los componentes cortados por oxicorte es por el medio ambiente (20°C). De esta forma no varía las condiciones físicas del acero ASTM A36.

Construcción de dos parantes laterales, un parante superior y los refuerzos de la pluma.

El procedimiento de construcción es similar para todos estos componentes:

- ✚ Se realiza el rayado en la plancha metálica de acero ASTM A36, según planos y medidas establecidas por diseño.



Figura 4.7. Trazado de medidas

- ✚ Cortamos lo trazado, con la ayuda de la soldadura oxiacetilénica que se encuentra en actividad, mediante la pistola de oxicorte.



Figura 4.8. Proceso de oxicorte

- ✚ Pulimos las rebabas, con la ayuda del esmeril de mano.



Figura 4.9. Aplicación de la molidora

- ✚ Verificamos medidas y ángulos con la ayuda del goniómetro.



Figura 4.10. Verificación de medidas

- ✚ Los dos parantes laterales, refuerzos de la pluma y un parante superior quedan listos, para su ensamblaje.



Figura 4.11. Componentes listos

Construcción del parante inferior.

- ✚ Realizamos el trazado en la plancha metálica de acero ASTM A36 según planos establecidos.



Figura 4.12. Trazado de medidas

- ✚ Realizamos el corte con la ayuda del oxicorte que se encuentra en activo.



Figura 4.13. Proceso de oxicorte

- ✚ Pulimos las asperezas producidas por el corte.



Figura 4.14. Retiro de rebabas

- ✚ Debido al corte se originó un breve pandeo, por lo que realizamos un enderezado en ese instante.
- ✚ Verificamos medidas
- ✚ El parante inferior queda listo, para su ensamblaje posterior.

Construcción de la estructura de protección.

Este componente es muy importante en la seguridad y protección de la cabina de la minicargadora cat 226B, incluyéndose el operario al momento de maniobrar material liviano. El cual se genera un péndulo cuando la minicargadora se encuentra en movimiento.

- ✚ En el tubo estructural rectangular de 20 x 40 x 3mm de 6m de longitud se realiza todos los trazos según plano establecido.



Figura 4.15. Trazado de medidas

- ✚ Proceder a cortar, con la ayuda de una sierra y una prensa de mesa.



Figura 4.16. Corte por sierra

- ✚ Armar la estructura, con la ayuda del proceso GMAW – MIG/MAG, acorde al diseño.



Figura 4.17. Proceso de soldado GMAW

- ✚ El protector de cabina queda listo para su ensamblaje posterior.



Figura 4.18. Estructura de protección

- ✚ Seguidamente procedemos al ensamble total del espaldar, con la ayuda del proceso de soldadura GMAW.



Figura 4.19. ESPALDAR

4.2.4 CUADRO DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLUMA.

CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL MINICARGADORA CAT 226 B							
<input type="checkbox"/> MÉTODO ACTUAL		<input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUESTO		FECHA: 03 /03/2010			
Descripción de la parte: PLUMA							
Descripción de la operación: Construcción							
ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS
	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	
<input type="radio"/> Operaciones	10						
<input type="checkbox"/> Transporte	2						
<input type="checkbox"/> Inspección	10						
<input type="checkbox"/> Retrasos							
<input type="checkbox"/> Almacenam.	1						
Dist. Recorrid.	FT		FT		FT		
ESTUDIADO POR: FABIAN CRIOLLO							
Paso	Proceso	Método	Actividad	Dist.	Cant.	Tiemp.	Calculo T/C
1	Adquisic. Viga UPN	Transp.	    		1		
2	Medidas	Flexometr	    		10		
3	Corte	Sierra Alt.	    		10		
4	Pulido	Moledora	    		4		
5	Soldadura	GMAW	    		8		
6	Limpieza	Cepillo	    		4		
7	Pulido	Lija			4		
8	Fondo				3		
9	Pintura				2		
10	Almacent.	Taller			1		

4.2.5 CONSTRUCCIÓN DE LA PLUMA.

PROCEDIMIENTO

La construcción de la pluma se realizo por partes:

- ✚ Primero hay que cortar dos pedazos de 1150 mm de longitud de la viga UPN100 de acero ASTM A36, con la ayuda de la sierra alterna.



Figura 4.20. Corte por sierra alterna

- ✚ A estos dos pedazos hay que unirlos mediante puntos de soldadura, para formar un PERFIL COMPUESTO, en este caso de sección cuadrada hueca y posteriormente verificar su paralelismo.



Figura 4.21. Verificación de medidas

- ✚ A este conjunto, en las caras acopladas hay que realizar un bisel, para que el material de aporte de la soldadura MIG/MAG se penetre en toda la sección de acople y la soldadura sea más eficaz.



Figura 4.22. Bisel y proceso de soldadura GMAW

- ✚ Procedemos a dar una limpieza superficial de la soldadura para otorgar una revisión visual del cordón realizado y afirmar su grado de penetración, en este caso se obtuvo una correcta soldadura.

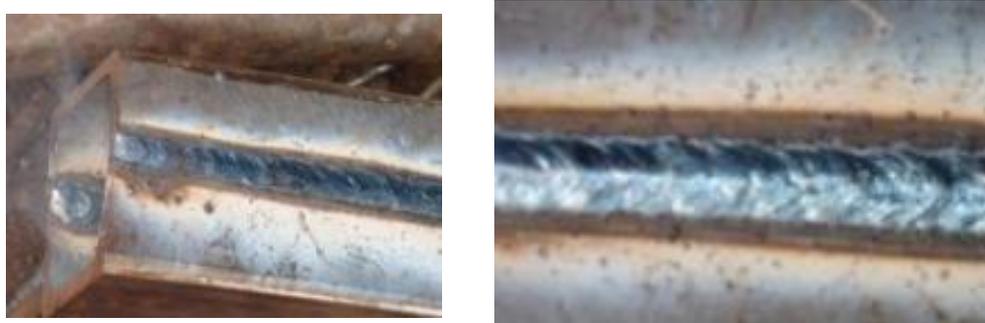


Figura 4.23. Verificación de soldadura

El mismo procedimiento se realiza, ahora a los dos pedazos siguientes de 575mm de longitud de la misma viga UPN 100 de acero ASTM A36.

- ✚ Todo esto se transformo en dos PERFILES COMPUESTOS de longitudes de 1150mm y 575mm.

- ✚ Una vez realizado todo esto, procedemos a realizar los trazos de inclinación según planos otorgados por diseño, para realizar los cortes con la ayuda del oxicorte y posteriormente retirar las asperezas con la ayuda del esmeril de mano.



Figura 4.24. Proceso oxicorte

- ✚ El siguiente paso es unir a estos DOS PERFILES COMPUESTOS, mediante soldadura MIG/MAG, previamente al realizar un bisel en sus caras de acople para que la soldadura sea más eficaz y correcta en su penetración.



Figura 4.25. Biselado y soldadura GMAW

- ✚ Realizar la inspección visual, para asegurar la CALIDAD DE LA SOLDADURA.



Figura 4.26. Verificación de soldadura GMAW

- ✚ En el extremo que va a estar libre en su ensamble, hay que realizar perforaciones de 22 mm de diámetro con la ayuda del taladro de pedestal.

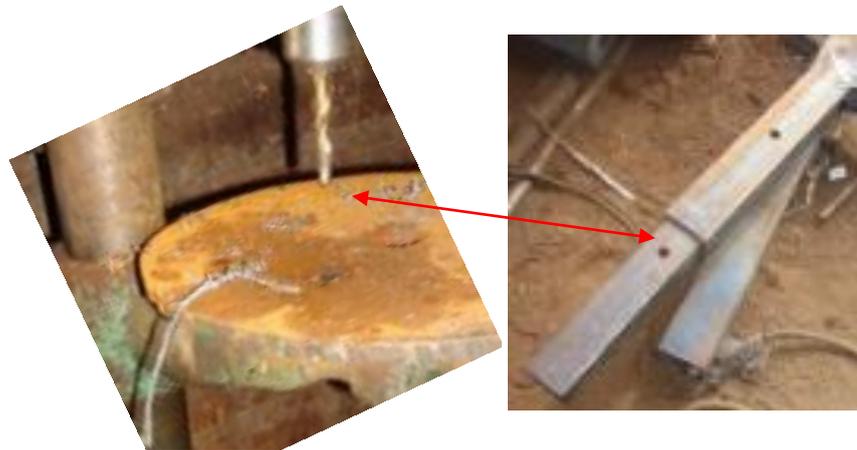


Figura 4.27. Proceso de taladro

- ✚ Una vez terminado esto, procedemos a soldar los REFUERZOS DE LA PLUMA.

Figura 4.28. Aplicación de refuerzos en pluma

4.2.6 CUADRO DE PROCESOS - EXTENSIÓN DE LA PLUMA

CONSTRUCCIÓN DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL							
<input type="checkbox"/> MÉTODO ACTUAL		<input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUESTO		FECHA: 08 /03/2010			
Descripción de la parte: EXTENSION DE LA PLUMA							
Descripción de la operación: Construcción							
ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS
	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	
<input type="radio"/> Operaciones	10						
<input type="checkbox"/> Transporte	2						
<input type="checkbox"/> Inspección	10						
<input type="checkbox"/> Retrasos							
<input type="checkbox"/> Almacenam.	1						
Dist. Recorrid.	FT		FT		FT		
ESTUDIADO POR: FABIAN CRIOLLO							
Paso	Proceso	Método	Actividad	Dist.	Cant.	Tiemp.	Calculo T/C
1	Adquisic. Viga UPN	Transp.	● ⇒ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1		
2	Medidas	Flexometr	<input type="radio"/> ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		10		
3	Corte	Sierra Alt.	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		10		
4	Pulido	Moledora	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		4		
5	Soldadura	GMAW	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		8		
6	Limpieza	Cepillo	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		4		
7	Perforado	Taladro	● ⇒ ■ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		6		
8	Pulido	Lija			4		
9	Fondo				3		
10	Pintura				2		
11	Almacent.	Taller			1		

4.2.7 CONSTRUCCIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA PLUMA PROCEDIMIENTO

- ✚ De la viga UPN 80 de acero ASTM A36, realizamos dos cortes de 575 mm de longitud, con la ayuda de la sierra alterna.



Figura 4.29. Corte por sierra alterna

- ✚ Acoplamos estos dos pedazos con la ayuda de la soldadura MIG/MAG en sus extremos y verificamos paralelismo.



Figura 4.30. Verificación de paralelismo

- ✚ Realizamos el respectivo bisel, para que la penetración sea más eficaz, en las caras acopladas.

Figura 4.31. Biselado del acople de las vigas UPN

- ✚ Soldamos toda esta distancia, mediante el proceso GMAW.
- ✚ Realizamos una limpieza visual a la suelda para verificar la calidad de soldadura, en este caso todo es correcto.



Figura 4.32. Verificación de soldadura GMAW

- ✚ Realizamos tres perforaciones en las caras donde van alojar el pasador de diámetro 22mm.



Figura 4.33. Proceso de Taladrar

- ✚ Una vez realizado todo esto, procedemos a realizar el acople en forma de U en uno de sus extremos de la extensión, según planos de diseño, es donde se va alojar el pasador del gancho de grúa.



Figura 4.34. Soldadura GMAW del acople de componentes

**4.2.8 CUADRO DE PROCESOS DEL ENSAMBLE DEL BRAZO
PARA MANEJO DE MATERIAL.**

CONSTRUCCIÓN DE UN BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL							
MINICARGADORA CAT 226 B							
<input type="checkbox"/> MÉTODO ACTUAL		<input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUESTO		FECHA: 17 /03/2010			
Descripción de la parte: ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA							
Descripción de la operación: Construcción							
ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS
	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	Num.	tiemp.	
<input type="radio"/> Operaciones	10						
<input type="checkbox"/> Transporte	2						
<input type="checkbox"/> Inspección	10						
<input type="checkbox"/> Retrasos							
<input type="checkbox"/> Almacenam.	1						
Dist. Recorrid.	FT		FT		FT		
ESTUDIADO POR: FABIAN CRIOLLO							
Paso	Proceso	Método	Actividad	Dist.	Cant.	Tiemp.	Calculo T/C
1	Recopila. de todos los componentes	Manual	   		1		
2	Medidas	Calibrad. Flexomet	   		10		
3	Soldadura	GMAW			15		
4	Fondo				3		
5	Pintura				2		
6	Almacent.	ESPE			1		

4.2.9 ENSAMBLE DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

Al tener todos los componentes previamente contruidos, procedemos al ensamble de la estructura.

Para esto tenemos que fijar el espaldar, para posteriormente adicionar los siguientes componentes:

- ✚ Pluma
- ✚ Extensión de la pluma
- ✚ Refuerzos de la pluma con el espaldar
- ✚ Refuerzos del espaldar
- ✚ Gancho de grúa
- ✚ Pasadores

El acoplamiento de todos los componentes con el espaldar, se realiza bajo el proceso de soldadura GMAW (MIG/MAG).



Figura 4.35. Ensamble de todos los componentes

Una vez ensamblada con toda la estructura, procedemos a lijar y quitar todas las asperezas de la estructura para proceder a su fondeo y pintado final, el cual se eligió pintura anticorrosiva de color negro para dar hincapié a la estética de la estructura.

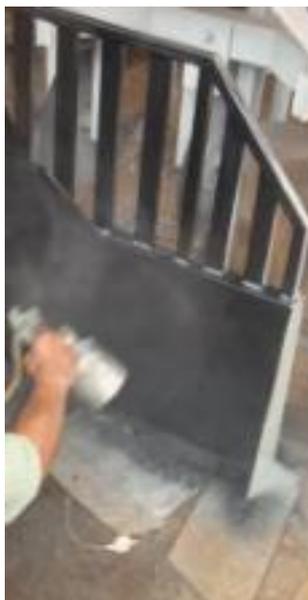


Figura 4.36. Lijado y pintado de toda la estructura

De esta manera el brazo para manejo de material, que será útil para la minicargadora cat 226B, queda lista y ensamblada con todos sus componentes.

Las etiquetada de seguridad y condiciones técnicas de operación son fijadas en partes visibles.



Figura 4.37.- Brazo para manejo de material acoplada a la minicargadora cat 226B

CAPÍTULO V

V ADAPTACIÓN Y PRUEBAS

BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El brazo para manejo de material está construida para brindar productividad, rendimiento y seguridad; permitiendo que la minicargadora cat 226B se extienda en su versatilidad y prolongue su vida útil.

El brazo para manejo de material tiene las siguientes características:

a).- Altura total de la estructura	1430 mm
b).- Longitud total de la estructura	1400 mm
c).- Distancia Transversal de la estructura	1170 mm
Capacidad nominal de la minicargadora cat 226B equipada con brazo para manejo de material	3000 lb
Peso aproximado de la estructura	230 lb



Figura 5.1.- Minicargadora cat 226B equipada con el brazo para manejo de material

5.2 ADAPTACIÓN DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

PRIMER PASO...

DESACOPLAR EL CUCHARÓN DEL MINICARGADOR...

- ✚ En primera instancia, con la minicargadora en funcionamiento, ubicar la base del cucharón en contacto con el piso.
- ✚ Accionar **PARKING (P)**, que se encuentra en el tablero de instrumentos.
- ✚ Desabrochar el cinturón de seguridad y barra de restricción.
- ✚ Bajarse de la maquina, teniendo siempre en cuenta las normas de seguridad.
- ✚ Fijar visualmente que el cucharón se encuentre bien posesionado
- ✚ Accionar los seguros manualmente del acoplador rápido



Figura 5.2.- Desacoplamiento de seguros

- ✚ Subirse nuevamente a la cabina de mando y poner todos los mandos hidráulicos en funcionamiento
- ✚ Proceder a desacoplar el cucharón, utilizando los controles hidráulicos



Figura 5.3.- Desacoplamiento del cucharón

- ✚ Ahora ya tenemos el acoplador rápido de la minicargadora libre
- ✚ Enseguida trasladarse a parquearse de forma correcta frente a la herramienta seleccionada para desarrollar un trabajo...



Figura 5.4.- Acoplador rápido - libre

SEGUNDO PASO...

ACOPLAMIENTO DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

- ✚ La minicargadora en este momento se encuentra activa con su acoplador rápido libre y estacionado frente al brazo para manejo de material...
- ✚ Procedemos acoplar la herramienta electa utilizando todos los mandos hidráulicos...
- ✚ Accionamos PARKING (P), y procedemos a bajar de la minicargadora, teniendo siempre en cuenta las normas de seguridad...
- ✚ Accionamos los seguros del acoplar rápido manualmente y verificamos visualmente...



Figura 5.5.- Acoplamiento del brazo para manejo de material



Figura 5.6.- Acoplamiento de seguros

- ✚ Ahora hay que subirse a la minicargadora, poner en funcionamiento todos los mandos hidráulicos y listos para el trabajo...
- ✚ La altura de la base de la estructura con el piso, en operación es de 30 cm



Figura 5.7.- Minicargadora en operación

Análisis...

Esta operación se logró sin ninguna novedad, por lo que determina que las medidas de la base otorgadas por diseño son favorables.

TRABAJOS QUE SE PUEDE REALIZAR CON LA MINICARGADORA EQUIPADA CON EL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIA EN FORMA SEGURA...

- ✚ Traslado de maquinaria industrial y otros afines que no exceda la capacidad de operación de la minicargadora y de la herramienta (3000lb).
- ✚ Traslado de perfiles, tubería, varillas de construcción.
- ✚ Como grúa estática con pesos semejantes a la capacidad de operación.

NOTA: El mal uso de la minicargadora equipada con el brazo para manejo de material afectara el rendimiento de la misma y por ende la inseguridad de operación.

5.3 PRUEBAS Y ANÁLISIS DEL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

Esta comprobación consiste en ubicar diferentes cargas en el brazo para manejo de material y determinar su punto máximo de resistencia a la fluencia, refiriéndose en el factor de seguridad otorgado por Von Mises. Para posteriormente establecer su utilidad.

Estas pruebas se desarrollaron con la ayuda del software SolidWorks.

El estudio se desarrollará en las tres ubicaciones diferentes de la extensión de la pluma, como se indica a continuación:

PRIMERA UBICACIÓN...

Longitud: 1147.5 mm

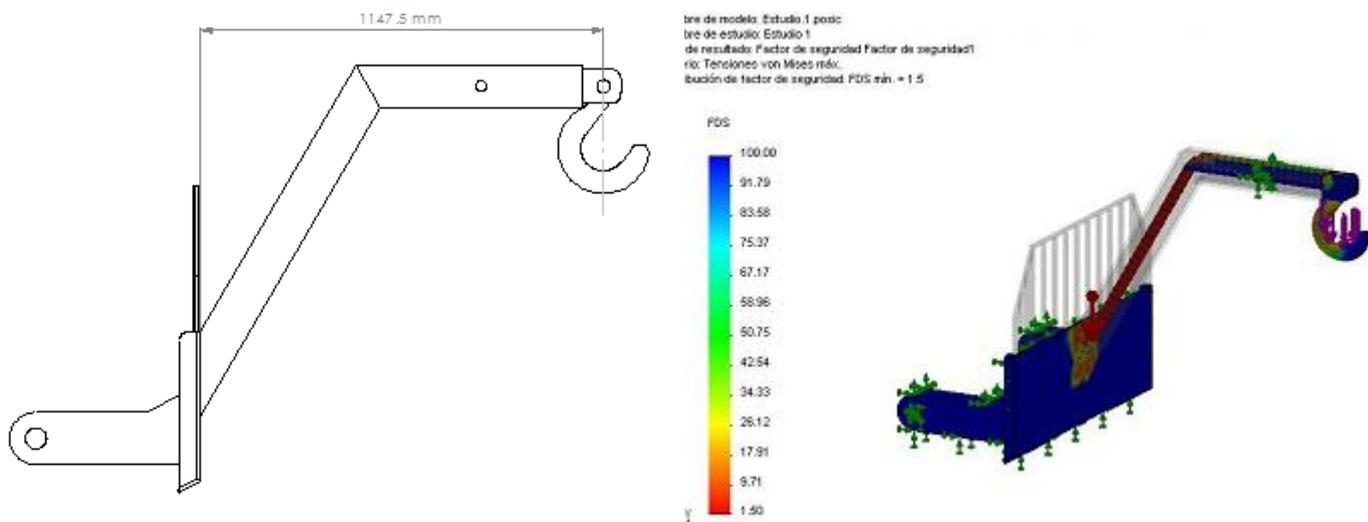


Figura 5.8.- Análisis en la primera ubicación de la extensión de la pluma

TABLA 5.1.- Resultados del primer análisis

Carga Max.	Tensión Von Mises	Desplazamiento	Deformación unitaria	Factor de seguridad Criterio: Von Mises
F (Lb)	σ (MPa)	μ (mm)	ϵ	n
2000	297.8	9.361e-001	5.888e-004	2.4
2500	371.7	1.169e+000	7.349e-004	1.9
3000	445.5	1.401e+000	8.809e-004	1.5
3500	519.4	1.86e+000	1.094e-003	1.2
4500	709.8	2.967e+000	1.478e-003	1

SEGUNDA UBICACIÓN...

Longitud: 1291.25 mm

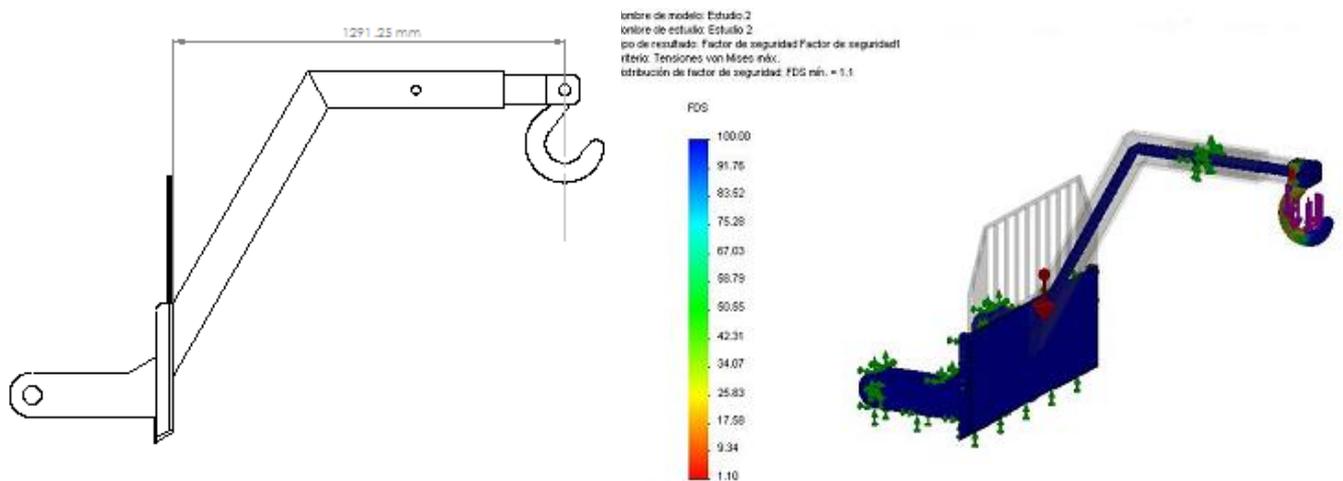


Figura 5.9.- Análisis en la segunda ubicación de la extensión de la pluma

TABLA 5.2.- Resultados del segundo análisis

Carga Max.	Tensión Von Mises	Desplazamiento	Deformación unitaria	Factor de seguridad Criterio: Von Mises
F (Lb)	σ (MPa)	μ (mm)	ϵ	n
2000	151.8	7.156e-001	3.403e-004	1.6
2500	189.4	8.936e-001	4.247e-004	1.3
3000	227.1	1.72e+000	5.091e-004	1.28
3300	249.6	1.98e+000	5.597e-004	1.05
3400	257.2	2.84e+000	5.766e-004	0.99

TERCERA UBICACIÓN...

Longitud: 1399 mm

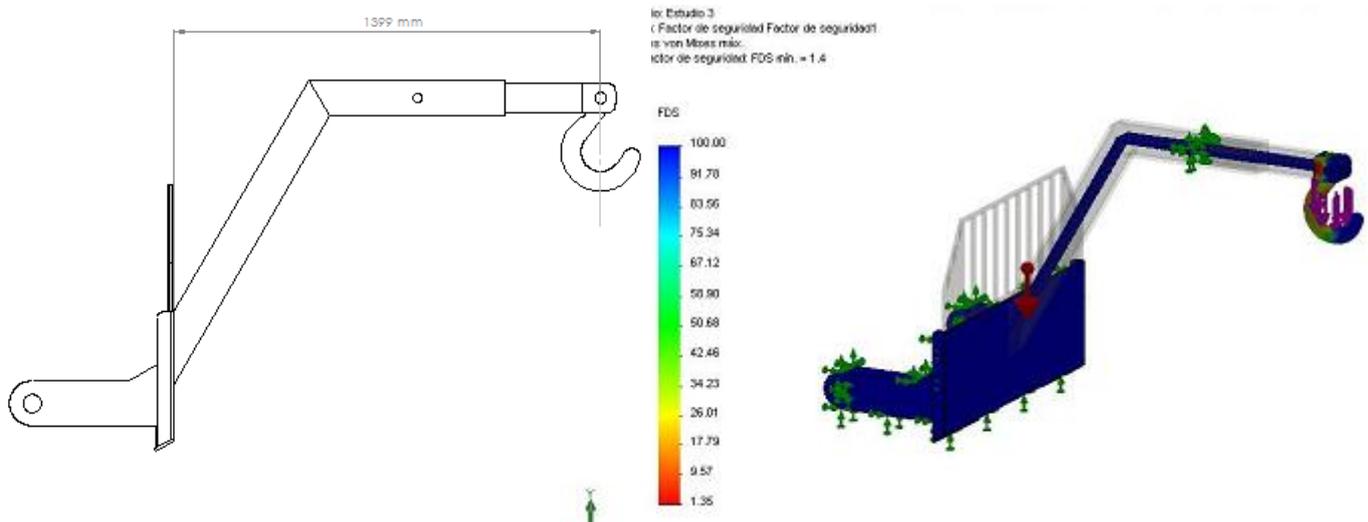


Figura 5.10.- Análisis en la tercera ubicación de la extensión de la pluma

TABLA 5.3.- Resultados del tercer análisis

Carga Max.	Tensión Von Mises	Desplazamiento	Deformación unitaria	Factor de seguridad
F (Lb)	σ (MPa)	μ (mm)	ϵ	n
2000	123.6	7.083e-001	3.521e-004	1.8
2500	154.2	8.844e-001	4.395e-004	1.5
3000	184.9	1.92e+000	5.298e-004	1.19
3300	215.5	1.237e+000	6.141e-004	1.05

Análisis...

Basándonos en los resultados obtenidos en el análisis desarrollado, y centrándonos fijamente en el factor de seguridad otorgado por Von Mises para la tensión máxima de toda la estructura, se puede concluir que el brazo para manejo de material soportará una carga máxima de 3000 lb, por ende brindará un funcionamiento correcto con la minicargadora cat 226B, otorgándonos de esta manera seguridad en el momento de operación.

PRUEBA DINÁMICA...

La minicargadora cat 226B equipada con el brazo para manejo de material, levantó y transportó un transformador trifásico de aproximadamente 1 Tonelada de peso, al departamento eléctrico, cumpliendo a cabalidad la operación y sin novedades de deformación en toda su estructura.



Figura 5.11.- Minicargadora en Operación

5.4 MANUAL DE OPERACIÓN DE LA MINICARGADORA CAT EQUIPADA CON EL BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL.

ANTES DE COMENZAR A TRABAJAR...

OPERADOR...

Equipo de Protección Individual (EPI)

- ✚ Usar ropa de trabajo con puños ajustables
- ✚ Calzado de seguridad
- ✚ Casco de protección
- ✚ Gafas antiproyecciones
- ✚ Protectores auditivos, que supere los 87 dB(A)
- ✚ Guantes contra agresiones mecánicas
- ✚ Ropa o chaleco reflectante



El operador debe familiarizarse con el manejo de la minicargadora antes de usarla por primera vez. Deberá conocer la función y sentido de funcionamiento de cada mando de control; la forma de parar rápidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la máquina.



COMPROBACIONES DIARIAS DE LA MINICARGADORA...

- ✚ Verificar que la minicargadora no posea fugas de líquidos
- ✚ Comprobar que todos los dispositivos de seguridad y protección están en buen estado
- ✚ Verificar que la presión de los neumáticos sea la correcta
- ✚ Verificar que los niveles de combustible, aceite hidráulico, aceite motor y líquido refrigerante sean los adecuados.
- ✚ Comprobar que los dispositivos luminosos y acústicos funcionen correctamente
- ✚ Mantener el puesto de conducción, estribos y asideros limpios y libres de aceite, grasa
- ✚ Comprobar el buen estado y regulación de los retrovisores.
- ✚ Asegurar que las placas de información y advertencia dispuestas sobre la máquina permanecen limpias y en buen estado

AL ARRANCAR LA MINICARGADORA...

- ✚ Subir a la minicargadora de forma frontal empleando los estribos...
- ✚ Una vez sentado, bajar la barra de restricción de seguridad y, a continuación **abrocharse el cinturón de seguridad...**
- ✚ Ubicar la llave de encendido en el swich, poner en contacto y esperar aproximadamente **3 min.** Hasta que las bujías de precalentamiento alcance su temperatura de trabajo.
- ✚ La maquina solo debe ponerse en marcha y accionarse **desde el puesto del operador**
- ✚ Una vez encendida esperar aproximadamente **5 min,** hasta que el motor alcance su temperatura de trabajo
- ✚ Desactivar el bloqueo central de los mandos hidráulicos **PARKING (P)**
- ✚ Ahora maniobrar con precaución los mandos hidráulicos, teniendo muy en cuenta que otras personas se encuentren alejadas de la zona de trabajo.
- ✚ Una vez de estar seguro y familiarizado de operar la minicargadora, tenemos

la necesidad de cambiar de herramienta para realizar otro tipo de trabajo; para ello posicionamos la minicargadora en **PARKING (P)**, con la herramienta en contacto con el piso.

EN EL MOMENTO DE OPERACIÓN...

- ✚ Maniobrar la máquina teniendo siempre presente el proceso de trabajo y las normas de seguridad para ejecutar la operación...

AL FINALIZAR EL TRABAJO...

- ✚ Estacionar la minicargadora sobre una superficie resistente y lo más nivelada posible
- ✚ No estacionar la minicargadora a menos de 3m del borde de excavaciones
- ✚ Antes de apagar el motor, apoyar el brazo para manejo de material al suelo
- ✚ Poner todos los mandos en posición neutral, parar el motor siguiendo las instrucciones del fabricante y elevar la barra de restricción de seguridad
- ✚ Retirar la llave de contacto para evitar la utilización por personas no autorizadas
- ✚ **NO ABANDONAR NUNCA EL PUESTO DE CONDUCCION SIN HABER DETENIDO ANTES EL MOTOR...**



CAPÍTULO VI

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BRAZO PARA MANEJO DE MATERIAL

MINICARGADORA CAT 226B

6.1 CONCLUSIONES

- ✚ El proyecto realizado es de mucha utilidad para la minicargadora cat 226B que posee la ESPE, ya que permite realizar trabajos de transporte de carga de una forma más rápida y segura; proporcionando de esta manera un ahorro en tiempo y dinero.
- ✚ La metodología utilizada para el diseño del brazo para manejo de material es la adecuada para la resolución de los problemas de ingeniería.
- ✚ Los modelos matemáticos aplicados para el dimensionamiento de los elementos del brazo para manejo de material, están al alcance de los interesados, ya que son manejados mediante teorías de diseño de elementos mecánicos.
- ✚ El brazo para manejo de material está fabricado con acero ASTM A36, por su gran resistencia elástica, para trabajos con altos índices de esfuerzos y se puede encontrar con facilidad en el mercado.
- ✚ El brazo para manejo de material soportará una carga máxima de 3000 lb.
- ✚ Las pruebas de campo experimentales revelaron el eficiente trabajo realizado en la fase de diseño, logrando una confiabilidad del brazo para manejo de material en su momento de operación.

6.2 RECOMENDACIONES

- ✚ Una vez realizado el ensamblaje de las piezas en el programa de SolidWorks, se recomienda no borrar ninguna pieza o ensamble que lo haya utilizado, ya que esto afectará el estudio y por ende se perderá la información.
- ✚ Para la construcción de este tipo de proyectos se recomienda realizarlo en establecimientos que estén dotados con la maquinaria industrial necesaria para la construcción de la misma, y brinde un alto índice de seguridad; ya que al hacerlo por separado se pierde tiempo y existe la posibilidad de que las piezas no calcen o no lo construyan de forma inadecuada.
- ✚ Antes de realizar la fase de diseño se debe tener conocimientos de todos los conceptos que conllevan a un análisis estructural, ya que de ello dependerá una excelente interpretación de los resultados obtenidos.
- ✚ Para la modelización y análisis del brazo para manejo de material mediante el software, el diseñador deberá poseer de buenas conocimientos para el manejo y utilización del mismo, así como de sus paquetes complementarios.
- ✚ Es recomendable la selección de elementos mecánicos óptimos mediante diseño, ya que permite, que su montaje sea lo menos complejo y brinde un alto índice de seguridad
- ✚ Para la construcción de la estructura y el montaje de sus sistemas es recomendable el proceso de soldadura GMAW (MIG/MAG), por su economía y versatilidad
- ✚ En caso de modificaciones las pruebas de campo se realizarán tomando todas las normas de seguridad posibles, realizándolas de manera prudente y progresiva, para así evitar cualquier tipo de accidente y daños graves en la estructura conjuntamente con la minicargadora cat 226B.

BIBLIOGRAFÍA

- ✚ MOTT, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas, México: Hispanoamericana, 1992
- ✚ MOTT, Robert. Resistencia de materiales Aplicada.
- ✚ FAIRES, Virgil Moring Diseño de elementos de maquinas.
- ✚ CIDECT, Guía de diseño para la fabricación y ensamblaje y montaje de vigas UPN
- ✚ BEER Y JONSON ed. Mcgraw Hill. Mecánica de materiales
- ✚ Manuales SolidWorks, Cosmos Works, Cosmos FloWorks.
- ✚ Manual de electrodos AGA
- ✚ HENDRY HORWITS, Soldadura aplicaciones y practica, AlfaOmega, México 1976 G. HAMM
- ✚ Mecánica Vectorial para Ingenieros DIN ÁMICA Beer, Ferdinand y Johnston Russell E. Jr Ed. Mcgraw Hill.

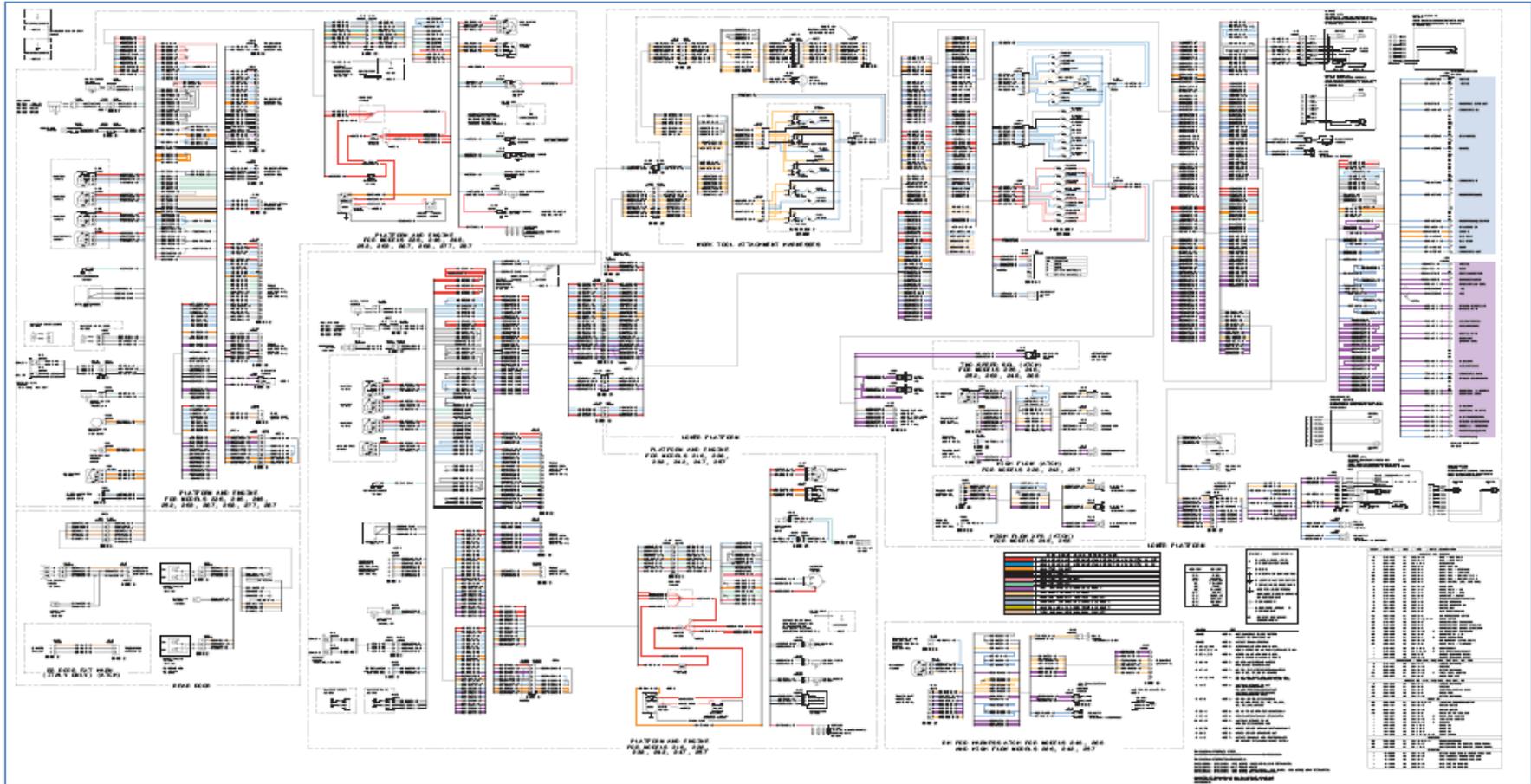
URL's consultados...

- ✚ <http://www.todomecanica.com/estudio-materiales-vigas.html>
- ✚ <http://www.caterpillar.com>
- ✚ PDF se encuentra en MAGNÉTICO

ANEXOS

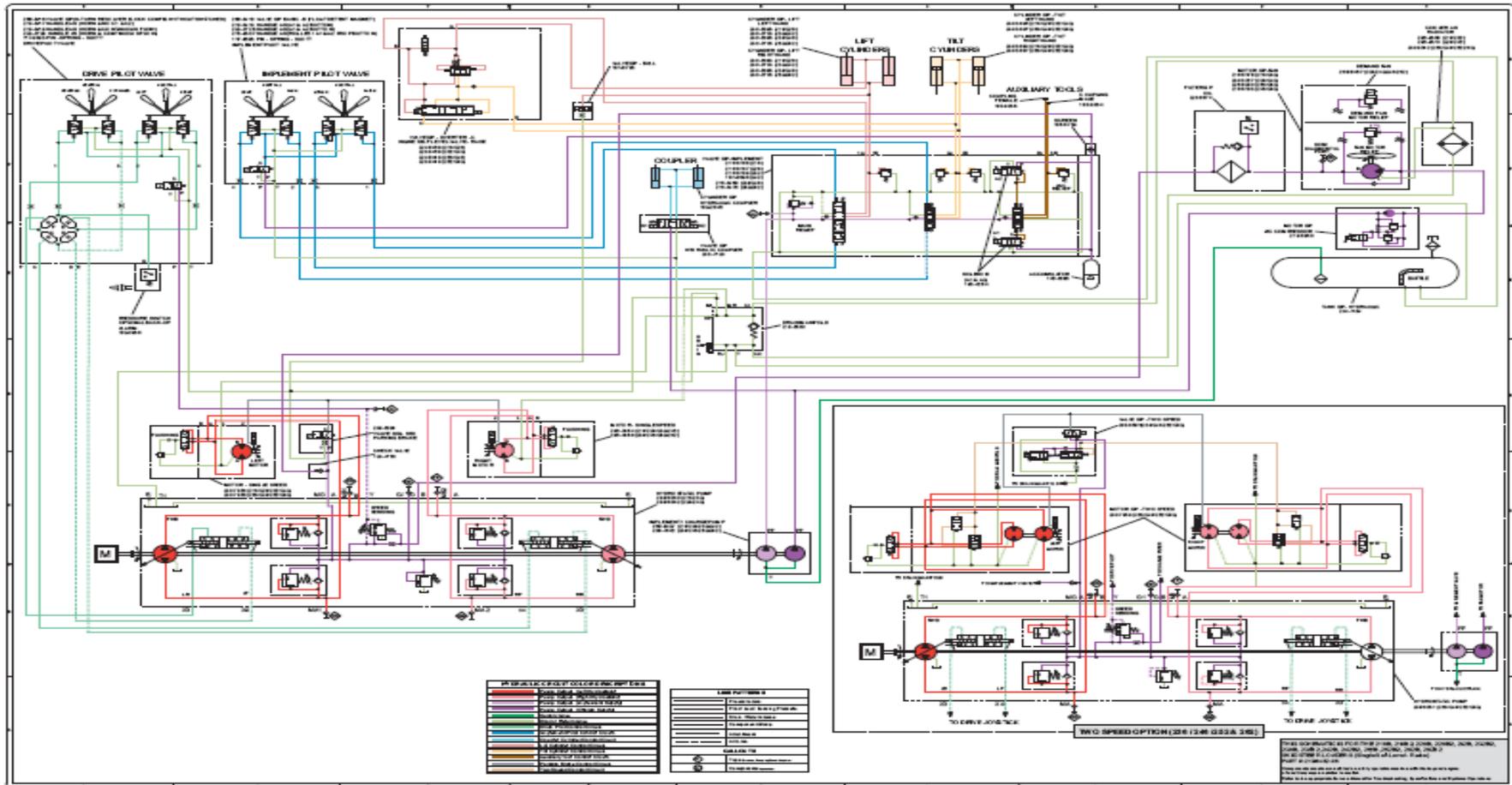
ANEXO A

CIRCUITO ELÉCTRICO – MINICARGADORA CAT 226B



ANEXO B

CIRCUITO HIDRÁULICO – MINICARGADORA CAT 226B



ANEXO C

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VIGA UPN 80 y 100 mm.

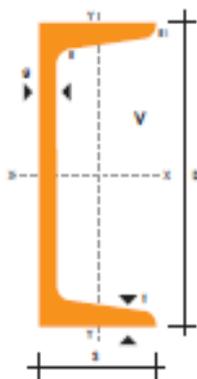
PERFILES LAMINADOS UPN

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 mts. Y 12,00 mts
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm4	SECCION cm2	PESES kg/mt	Ix cm4	Iy cm4	Wx cm3	Wy cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



ANEXO D

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANCHA METÁLICA.

PLANCHAS PL



REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS								
PULGADAS		MILIMETROS		PULGADAS		MILIMETROS		
1/128	=	0.20	25/64	=	9.92	27/32	=	21.43
1/64	=	0.40	13/32	=	10.32	55/64	=	21.83
3/128	=	0.80	27/64	=	10.72	7/8	=	22.23
1/40	=	0.84	7/16	=	11.11	57/64	=	22.82
1/32	=	0.79	29/64	=	11.51	29/32	=	23.02
1/25	=	1.02	15/32	=	11.91	59/64	=	23.42
3/64	=	1.19	31/64	=	12.30	15/16	=	23.81
1/20	=	1.27	1/2	=	12.70	61/64	=	24.21
1/16	=	1.59	33/64	=	13.10	61/32	=	24.61
5/64	=	1.98	17/32	=	13.49	63/64	=	25.00
3/32	=	2.38	35/64	=	13.89	1	=	25.40
7/64	=	2.78	9/16	=	14.29	11/10	=	27.00
1/8	=	3.18	37/64	=	14.68	11/8	=	28.60
9/64	=	3.57	19/32	=	15.08	19/16	=	30.20
5/32	=	3.97	39/64	=	15.48	11/4	=	31.70
11/64	=	4.37	5/8	=	15.88	15/16	=	33.30
3/16	=	4.78	41/64	=	16.27	13/8	=	34.90
13/64	=	5.18	21/32	=	16.67	17/16	=	36.50
7/32	=	5.58	46/64	=	17.07	11/2	=	38.10
15/64	=	5.95	11/16	=	17.48	19/10	=	39.70
1/4	=	6.35	45/64	=	17.88	15/8	=	41.30
17/64	=	6.75	23/32	=	18.28	111/16	=	42.90
9/32	=	7.14	47/64	=	18.65	13/4	=	44.40
19/64	=	7.54	3/4	=	19.05	113/16	=	46.00
5/16	=	7.94	49/64	=	19.45	17/8	=	47.80
21/64	=	8.33	25/32	=	19.84	115/16	=	49.20
11/32	=	8.73	51/64	=	20.24	2	=	50.80
23/64	=	9.13	13/16	=	20.64			
3/8	=	9.53	53/64	=	21.03			

DIMENSIONES EN (mm)			PESOS
ANCHO	LARGO	ESPESOR	KG
1220	2440	2	46.74
1220	2440	3	70.10
1220	2440	4	93.47
1500	2440	4	114.92
1220	2440	5	116.84
1500	2440	5	143.66
1800	2440	5	172.39
1220	2440	6	140.21
1500	2440	6	172.39
1800	2440	6	206.86
1220	2440	8	186.94
1500	2440	8	229.85
1800	2440	8	275.82
1220	2440	10	233.68
1500	2440	10	287.31
1800	2440	10	344.77
1220	6000	12	689.54

METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

----- NOMBCLATURA
 L = Largo (mm)
 A = Ancho (mm)
 E = Espesor (mm)
 Peso = Kgs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7,85}{1,000.00}$$

Ejemplo: $\frac{(L = 1220\text{mm} \times A = 2440 \text{ mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7,85}{1,000.00} = 23.368 \text{ Kg}$

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE

Especificaciones Generales

Norma	Variable
Espesores	1,20mm a 100mm
Roles	Ancho 1000,1220,1500,1800
Planchas	4x8 y a medida



Calidad Comercial

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS			NORMA EQUIVALENTE
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Dobrado 180°	
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,5	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= 0e	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,5	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33

Calidad Estructural

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS					NORMA EQUIVALENTE
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Dobrado 180°		
ASTM A-588M GRADO A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 GRADO C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	
JIS G-3101 SS41 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min			

ANEXO E

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TUBO ESTRUCTURAL.

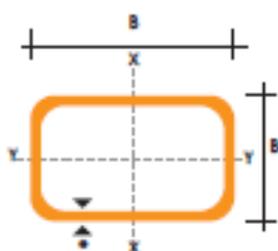
TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 12mm x 25mm a 40mm x 80mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



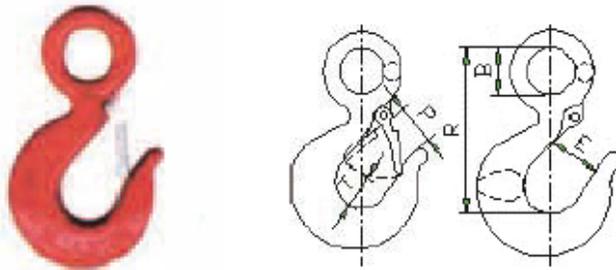
DIMENSIONES				AREA	EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPESOR mm	PESO Kglm	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,65
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15



ANEXO F

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL GANCHO.

Eye Hoist Hook



The most complete line of Eye hoist hooks.

Available in carbon steel and alloy steel.

Eye hooks are load rated.

Proper design, careful forging and precision controlled quenched and tempering give maximum strength without excessive weight and bulk.

320C		320A		DIMENSIONS (in)					Weigh (Lbs)
Item No.	Working load (ton)	Item. No.	Working load (ton)	B	E	R	O	T	
CEH32050	1/2	AEH32075	3/4	0.63	0.87	2.80	0.81	0.65	0.35
CEH32075	3/4	AEH32100	1	0.75	0.94	3.22	0.88	0.81	0.55
CEH32100	1	AEH32150	1 1/2	0.91	1.03	3.66	0.97	0.81	0.75
CEH32150	1 1/2	AEH32200	2	1.12	1.06	4.09	1.00	0.84	1.25
CEH32200	2	AEH32300	3	1.25	1.22	4.69	1.12	1.19	1.70
CEH32300	3	AEH32450	4 1/2	1.56	1.50	5.78	1.34	1.38	3.60
CEH32500	5	AEH32700	7	2.00	1.88	7.38	1.69	1.78	7.08
CEH32750	7 1/2	AEH321000	11	2.44	2.25	9.06	2.06	2.12	13.00

Latacunga, Junio del 2010

AUTOR:

Washington Fabián Criollo Chilig

EL DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:

Dr. Rodrigo Vaca Corrales