

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HORQUILLA PARA
MINICARGADORA CATERPILLAR 226B”.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ

ALBERTO ANTONIO MERIZALDE AYMACAÑA

FRANCISCO ALEJANDRO CHUQUI BARRIGA

Latacunga, Abril 2010

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, MERIZALDE AYMACAÑA ALBERTO ANTONIO
CHUQUI BARRIGA FRANCISCO ALEJANDRO

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 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, abril del 2010.

MERIZALDE AYMACAÑA ALBERTO ANTONIO
CI. N° 0502933740

CHUQUI BARRIGA FRANCISCO ALEJANDRO
CI. N° 0503161929

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, MERIZALDE AYMACAÑA ALBERTO ANTONIO
CHUQUI BARRIGA FRANCISCO ALEJANDRO

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca Virtual de la Institución del trabajo **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, abril del 2010.

MERIZALDE AYMACAÑA ALBERTO ANTONIO
CI. N° 0502933740

CHUQUI BARRIGA FRANCISCO ALEJANDRO
CI. N° 0503161929

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

CERTIFICADO

ING. GUIDO TORRES (DIRECTOR)

ING. JUAN CASTRO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B.**”, realizado por el señor MERIZALDE AYMACAÑA ALBERTO ANTONIO y el señor CHUQUI BARRIGA FRANCISCO ALEJANDRO 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 conocimiento 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. Autorizan al señor MERIZALDE AYMACAÑA ALBERTO ANTONIO y el señor CHUQUI BARRIGA FRANCISCO ALEJANDRO que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Coordinador de la carrera.

Latacunga, abril del 2010.

ING.GUIDO TORRES

Cl. N° 1801624352

ING.JUAN CASTRO

Cl. N° 1801625862

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Merizalde Aymacaña Alberto Antonio y Chuqui Barriga Francisco Alejandro, bajo nuestra supervisión.

ING. GUIDO TORRES

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JUAN CASTRO

CODIRECTOR DEL PROYECTO

Resumen:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B”.

INTRODUCCIÓN:

La necesidad de movilizar grandes pesos de los diferentes laboratorios de la ESPE-L, ha sido la principal motivación para diseñar y construir una horquilla adaptable a la minicargadora Cat 226b de propiedad de la ESPE-L, ya que la misma permite acoplar accesorios para que la misma máquina realice otros tipos de trabajos. El diseño que realizamos transforma la minicargadora en montacargas manteniendo toda la versatilidad de la máquina.

Para tener una gran rendimiento se opto por utilizar los mismos componentes hidráulicos sin ninguna modificación, el acoplamiento es totalmente mecánico, y se coloca directamente en el acople universal de accesorios que cuenta la minicargadora.

EL DISEÑO:

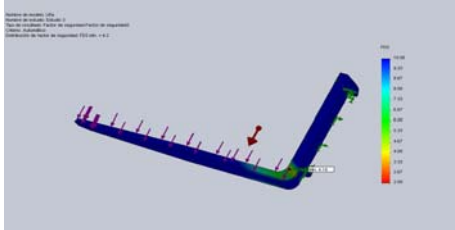
Todos los componentes que forman la horquilla se diseñaron pensando siempre en la seguridad del operador, carga y maquinaria, por lo que se realizó un exhaustivo análisis ocupando el software de diseño SolidWorks 2009 nos permitió realizar pruebas para escoger el diseño y material más adecuado para cada implemento.

LAS CUCHILLAS:

Diseñadas para resistir hasta 1500lb de carga y que permitan facilidad de posicionamiento bajo la carga, además se las pueda variar de posición para mejor sujeción y dar mayor estabilidad.

Construidas de Acero AISI 4340 Normalizado, el acero de mayor resistencia a las tensiones que se puede encontrar en el mercado nacional. Con un tratamiento térmico que mejora las características del

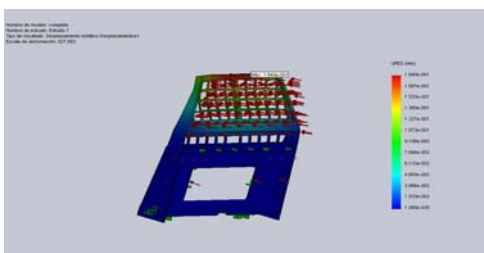
acero en los que a resistencia a deformación o corte por tensión vertical se refiere.



EL ESPALDAR:

Su diseño está dirigido a dar la mayor visibilidad y protección contra resbalamiento de la carga hacia la cabina. Es una parte muy importante en el conjunto de la horquilla, ya que en este irán fijados el porta cuchillas y los respaldares en los cuales se unirá el acople universal.

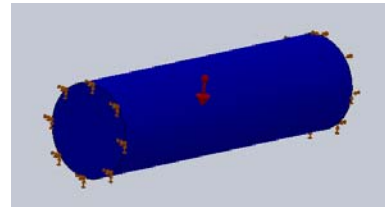
Construido de acero ASTM A36, y soldado con electrodo revestido E-6013 y E-7018 para tener seguridad en la unión de sus componentes.



PINES:

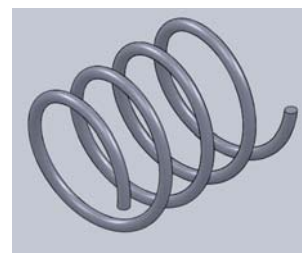
Fabricados para tener una alta resistencia y brindar seguridad y

optimo desempeño de los elementos propios de la minicargadora. Los pines utilizados son los mismos que vienen en la minicargadora.



RESORTES:

Diseñados para cumplir la función de regresar los pernos de sujeción a su posición inicial, no soportan cargas por lo que se selecciono un resorte helicoidal de compresión de 4 revoluciones, 18mm de diámetro de espira y 1,5mm de diámetro del alambre.

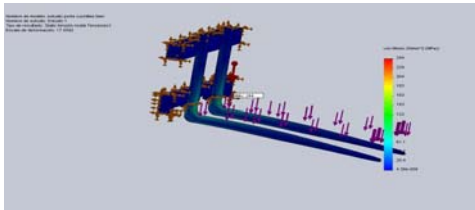


PORTA CUCHILLAS:

Elemento de gran importancia en este se ubicarán de forma segura las cuchillas, además las cuchillas pueden recorrer a diversas posiciones en el porta cuchillas para

poder elevar cargas de diferentes dimensiones.

Como se encuentra en contacto directo con las cuchillas se lo construyo del mismo material para tener buena resistencia.



PRUEBAS:

Luego de realizar la construcción siguiendo cuidadosamente las medidas de planos y del diseño, se acopló la horquilla y se realizo pruebas de campo para determinar el buen funcionamiento y el correcto comportamiento de la horquilla.



Al realizar las pruebas la horquilla cumplió satisfactoriamente, no mostró ninguna deformación y la minicargadora no perdió ninguna de sus características. Convirtiéndose en un montacargas muy eficiente.



Se comprobó la importante función que puede realizar la minicargadora transformada en montacargas para la movilización de los implementos de gran peso de los laboratorios que era el objetivo primordial de la construcción.

SEGURIDAD AL OPERAR:

Como toda maquinaria pesada es necesario seguir varias reglas de seguridad para evitar lesiones a personas, daños a la carga o a la maquinaria.

Se implementó un manual de seguridad para el transporte y manejo seguro del montacargas.

Se presenta todos los pasos necesarios a seguir antes de poner en marcha y ya en marcha el montacargas.

El manual muestra todas las acciones inseguras que llevan a accidentes que pueden causar hasta la muerte.



CONCLUSIONES:

- Cumplió satisfactoriamente la función para la que fue diseñada la horquilla.
- La funcionalidad y versatilidad de la minicargadora no se ve afectada de ninguna forma con la horquilla.

RECOMENDACIONES:

- Se debe tomar muy en serio el manejo de la minicargadora por que puede ser una herramienta muy útil si es bien manejada, pero puede causar graves daños si su manejo es irresponsable.
- El operador deberá tener varias horas de práctica antes de movilizar cargas muy pesadas, ya que los mandos de la minicargadora son muy sensibles y pueden causar que se vuelque la minicargadora o caiga la carga.

BIBLIOGRAFÍA:

- Software de diseño de elementos mecánicos. SolidWorks2009
- Catálogo de la Minicargadora Cat 226B.
- Robert L. Mott : Diseño de Elementos de Máquinas; PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006
- R.L. Timings, Tecnología de la Fabricación, Tratamiento Térmico, procesos y máquinas herramientas: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V, México, 2005
- Joseph W. Gianchino, William Weeks: Técnica y Práctica de la Soldadura; Editorial REVERTÉ S.A., 1998

PRESENTACIÓN.

El propósito de este proyecto es proporcionar una base para el diseño de implementos adaptables a la minicargadora Cat 226B, obteniendo herramientas de igual calidad a las originales de Caterpillar con un costo más bajo y utilizando materiales producidos en nuestro país. Primeramente se debe conocer cuál es el peso máximo que puede levantar la minicargadora, de este dato parte el diseño de toda la horquilla la cual debe soportar la carga máxima y durar muchos ciclos de trabajo.

No existe un proceso específico para diseñar implementos de este tipo y las empresas productoras guardan total hermetismo, hemos tomado las formas básicas y realizamos el estudio aplicando cargas estáticas en todas las partes que forman la horquilla.

Conociendo las necesidades y los límites que no se deben sobrepasar se busca la mejor forma de realizar los cálculos, siendo la teoría de elementos finitos la opción ideal, el software utilizado para generar la geometría de la horquilla permite fácilmente obtener los resultados necesarios para una construcción segura.

A más de los resultados obtenidos a través del software se tomo mucho en cuenta la experiencia para comprobar las soldaduras.

Por lo que se expone se presenta el proyecto **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B”** que tiene como principal objetivo maximizar la utilidad de la minicargadora y proporcionar una herramienta de mucha ayuda para los laboratorios de la ESPE-L.

La Escuela Politécnica de Ejército siendo pionera y estando la vanguardia de la Ingeniería Automotriz debe demostrar su alto nivel de investigación y de entregar líderes para el beneficio de la nación.

El proyecto fusiona aplicaciones teóricas con las prácticas que se adquirieron durante todo el transcurso de la carrera de Ingeniería Automotriz en la ESPE-L.

Además se utilizó uno software muy utilizado hoy en día para el diseño mecánico (SolidWorks)

Este proyecto impulsa la formación de los ingenieros automotrices, mejora la capacidad de transporte de laboratorios y centro de producción, tratando de generar mayor producción de implementos de este tipo en el país.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

AUTORIZACIÓN

CERTIFICADO

CERTIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

INDICE

RESUMEN

PRESENTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN A LA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN.....	1
1.1.1. GENERAL	1
1.1.2. ESTACIÓN DEL OPERADOR	2
1.1.3. TREN DE FUERZA DE ALTO RENDIMIENTO	5
1.1.4. SISTEMA HIDRÁULICO AVANZADO	7
1.1.5. ACOPLADOR RÁPIDO Y HERRAMIENTAS CAT	8
1.1.6. FACILIDAD DE SERVICIO	11
1.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	12
1.2.1. MOTOR.....	12
1.2.2. PESO	13
1.2.3. TREN DE FUERZA	13
1.2.4. DIMENSIONES	14
1.2.5. SISTEMA HIDRÁULICO	15
1.2.6. CAPACIDADES DE LLENADO.....	16
1.2.7. CIRCUITO ELÉCTRICO	16
1.3. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	16

1.4. MANTENIMIENTO	17
II. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MINICARGADORA CAT 226B	18
2.1. INTRODUCCIÓN	18
2.2. BOMBAS	19
2.2.1. ASPIRACIÓN	21
2.2.2. DESCARGA	22
2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS	22
2.3. VÁLVULAS	23
2.3.1. ACCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS	24
2.4. MANGUERAS Y CONEXIONES	25
2.5. ACOPLEROS	26
2.6. CILINDROS	27
2.6.1. CILINDROS DE SIMPLE EFECTO	28
2.6.2. CILINDROS DE DOBLE EFECTO	29
2.6.3. COMPONENTES Y MANTENIMIENTO	30
2.6.3.1. CAMISAS	30
2.6.3.2. VÁSTAGOS	31
2.6.3.3. SELLOS	32
2.7. CIRCUITO HIDRÁULICO	32
2.8. FUNCIONAMIENTO	32
2.9. CÁLCULOS DE COMPROBACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO	33
2.9.1. CILINDRADA	33
2.9.2. CAUDAL TEÓRICO	34
2.9.3. RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO	34
III. DISEÑO MECÁNICO DE LA HORQUILLA	35
3.1. DISEÑO DE LAS CUCHILLAS	37

3.1.1. TENSIÓN POR ESFUERZO DE CORTE VERTICAL	37
3.1.2. FÓRMULAS ESPECIALES PARA LA TENSIÓN POR ESFUERZO DE CORTE	38
3.1.3. SELECCIÓN DE MATERIALES	38
3.2. DISEÑO DEL ESPALDAR.....	49
3.2.1. SELECCIÓN DE MATERIALES	50
3.3. DISEÑO DE PINES	54
3.3.1. SELECCIÓN DE MATERIALES	55
3.4. DISEÑO DE RESORTES	59
3.4.1. TENSIÓN Y DEFLEXIÓN PARA RESORTES HELICOIDALES DE COMPRESIÓN.....	60
3.5. DISEÑO DEL PORTA CUCHILLAS	61
3.5.1. TENSIÓN POR ESFUERZO DE CORTE VERTICAL	62
3.5.2. FÓRMULAS ESPECIALES PARA LA TENSIÓN POR ESFUERZO DE CORTE.....	63
3.5.3. SELECCIÓN DE MATERIALES	63
3.6. TIPO DE SOLDADURA.....	67
3.6.1. SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO	67
3.6.2. ELECTRODOS.....	67
3.6.3. REGLAS Y SEGURIDAD ANTES DE SOLDAR	68
3.7. CÁLCULO ESTRUCTURAL	70
3.7.1. PROPIEDADES DEL ESTUDIO.....	70
3.7.2. UNIDADES.....	70
3.7.3. PROPIEDADES DEL MATERIAL.....	71
3.7.4. CARGAS Y RESTRICCIONES	72
3.7.4.1. SUJECIÓN.....	72
3.7.4.2. CARGA.....	72

3.7.5. RESULTADOS DEL ESTUDIO	73
3.8. SELECCIÓN DE PERNOS.....	75
IV. CONSTRUCCIÓN DE LA HORQUILLA PARA LA MINICARGADORA	
CAT 226B	77
4.1. CONSTRUCCIÓN DE LAS CUCHILLAS.....	77
4.2. CONSTRUCCIÓN DEL ESPALDAR	82
4.3. CONSTRUCCIÓN DEL PORTA CUCHILLAS	85
4.4. CONSTRUCCIÓN DE LOS PINES	86
4.5. CONSTRUCCIÓN DE RESORTE	87
V. ADAPTACIÓN Y PRUEBAS	92
5.1. CARACTERÍSTICAS DEL ACCESORIO	92
5.1.1. CUCHILLAS	92
5.1.2. ESPALDAR	93
5.1.3. PORTA CUCHILLAS.....	93
5.1.4. PERNOS DE SEGURIDAD	93
5.2. DESACOPLAR CUCHARÓN DE LA MINICARGADORA.....	94
5.3. ACOPLAMIENTO DE LA HORQUILLA	97
5.4. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	103
5.5. GUÍAS DE PRUEBA.....	105
5.6. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DE SEGURIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DEL MONTACARGAS	109
5.6.1. EL OPERADOR	110
5.6.2. ANTES DE DAR MARCHA AL EQUIPO.....	111
5.6.3. PUESTA EN MARCHA	112
5.6.4. MANIPULACIÓN DE LA CARGA	114
5.6.5. ACCIONES QUE SE DEBE TOMAR PARA EVITAR QUE LA MINICARGADORA SE VUELQUE, CAIGA HACIA ALGÚN COSTADO O DEJE CAER LA CARGA	117

5.6.6. REVISE LA CARGA ANTES DE LEVANTARLA	118
5.6.7. ACCIONES INSEGURAS Y QUE NO SE DEBEN REALIZAR NUNCA	119
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
6.1. CONCLUSIONES.....	121
6.2. RECOMENDACIONES.....	122
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXOS	124

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN A LA MINICARGADORA CATERPILLAR 226 B

1.1.DESCRIPCIÓN

1.1.1. GENERAL

La Minicargadora Caterpillar 226B es una máquina de pequeño tamaño pero de altísimas prestaciones, de ágiles movimientos en espacios reducidos con una gran estabilidad y tracción en cualquier tipo de terreno.

La Minicargadora CAT 226B tiene la capacidad de adaptar una gran variedad de herramientas, que la hacen muy versátil para un sin fin de trabajos en los que encontramos la construcción, la movilización de objetos de gran peso y tamaño, actividades de limpieza.

“Está diseñada para proporcionar la productividad y confiabilidad tradicionales de CAT en las condiciones de trabajo más severas”.¹

¹ Catálogo Minicargadora CAT226B pag.2



Figura 1.1 Minicargadora CAT 226B

1.1.2. ESTACIÓN DEL OPERADOR

Se debe acotar que la Minicargadora CAT no solo fue diseñada para dar un magnifico performance sino también pensó en la comodidad del operador, la estación del operador ofrece una gran facilidad de manejo de la máquina incorporando características ergonómicas en los controles de palanca de bajo esfuerzo y asiento anatómico ajustable.

La comodidad en la cabina es muy importante ya que el operador pasa mucho tiempo manejando la máquina, consta de una toma corriente de 12V de corriente alterna, la cabina ofrece gran protección contra los elementos y permite una adecuada ventilación.

La cabina consta de un dispositivo de seguridad, tienen un nuevo interruptor de bloqueo automático que evita accidentes al inhabilitar las funciones del cargador cuando la barra de seguridad esté alzada.

Los controles hidráulicos permiten manejar el Minicargadora con precisión y mínimo de esfuerzo. “La palanca derecha controla la subida/bajada y la inclinación del cargador y la palanca izquierda controla la velocidad de desplazamiento y el sentido de movimiento en avance o retroceso de la máquina.”

Los botones en la mano izquierda controlan:

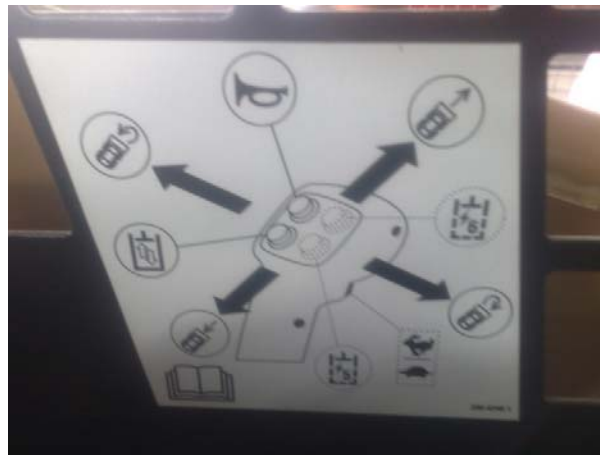


Figura 1.2 Opciones en el mando izquierdo

Los botones en la mano derecha controlan:

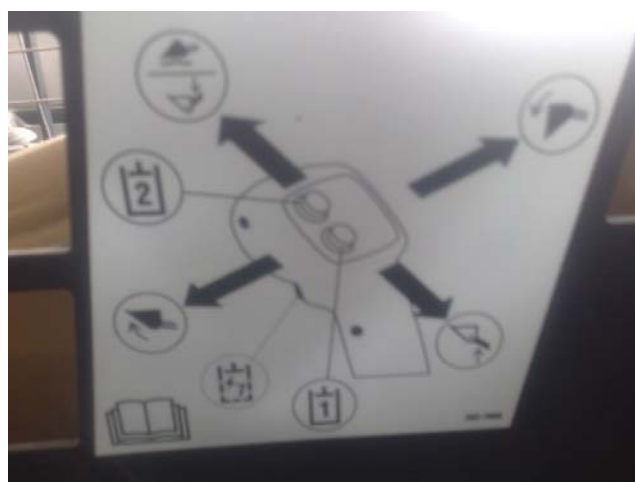


Figura 1.3 Opciones en el mando derecho

Por el trabajo para el que está destinado el minicargadora los medidores y los tableros de instrumentos son sencillos, fáciles de usar y muy fiables. Estos constan de luces brillantes y sonidos de alarma que avisan cuando hay un problema en uno de los sistemas. “Interruptores con luces de estado controlan la mayoría de las funciones de activación/desactivación. Hay un indicador de restricción del filtro del motor en la cabina para facilitar la vigilancia del filtro.”²

La ubicación de la Estación del operador permite una gran visibilidad tanto en la parte trasera como en la delantera esencial para cualquier trabajo. También el ingreso y la salida de la estación son muy fáciles y consta de gran espacio para mejor movilidad del conductor.



Figura 1.4 Cabina de la Minicargadora CAT 226B

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



Figura 1.5 indicadores

1.1.3. TREN DE FUERZA DE ALTO RENDIMIENTO

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

El minicargadora consta de un sistema de anti calado envía potencia máxima a las ruedas reduciendo el calado del motor. Lo cual optimiza y facilita el manejo de la máquina.

Consta de bombas de pistones axiales de caudal variable, y toman la energía que necesitan directamente del motor, proporcionando flujo hidráulico a los motores de impulsión por medio de un sistema de ciclo cerrado.

Los motores de impulsión transfieren la potencia por medio de cadenas las mismas que se encuentran dentro de un depósito de aceite.

Los ejes motrices son forjados y templados por inducción tienen seguridades que evitan que basura y/o escombros destruyan el eje. Los cojinetes se encuentran

³ Catálogo Minicargadora CAT226B

lubricados permanentemente gracias a unos sellos internos para no dar servicio diario a los ejes.

El tren de rodaje a pesar de tener los elementos anteriores, que facilitan y permiten el alto rendimiento, no servirían de nada sin el “motor diesel Caterpillar 3024C Turbo, con 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.”

La Minicargadora CAT 226B cuenta con controles dobles de aceleración del motor permitiendo que el operador adapte la velocidad requerida dependiendo del trabajo que esté realizando sea este de mayor precisión o de mayor fuerza.



Figura 1.6 Minicargadora CAT 226B

1.1.4. SISTEMA HIDRÁULICO AVANZADO

“El sistema hidráulico incorpora fiabilidad y proporciona capacidad excepcional de levantamiento, desprendimiento y potencia auxiliar a las herramientas.”⁴

Este sistema está diseñado para tener la potencia y el rendimiento más alto posible. Tanto para el levantamiento e inclinación del cargador como para impulsar las ruedas.

Para máximo rendimiento hidráulico y máxima fiabilidad las bombas hidráulicas son impulsadas directamente por el motor.

Dos bombas de engranajes de caudal fijo proporcionan flujo y presión para los circuitos del cargador y del sistema auxiliar.

La 226B cuenta con un sistema hidráulico auxiliar que permite la conexión de de herramientas a través de un acoples hidráulicos montados en el brazo del cargador lo cual contribuye a obtener un sistema libre de fugas.

Además las mangueras son de alta presión y son aseguradas con sellos de ranura.

La minicargadora puede ser expuesta a largas jornadas de trabajo y ser exigida al máximo en cualquier tipo de clima, al tener un enfriador de aceite hidráulico de alta eficiencia que garantiza el más alto performance del sistema hidráulico que además por contar con un deposito de aceite hidráulico de alta capacidad también contribuye a mantener las temperaturas de operación bajas.

⁴ Catálogo Minicargadora CAT226B pag.7

El sistema está diseñado para tener la menor cantidad de puntos donde se pueden desarrollar fugas con esto se aumenta la fiabilidad y da también como resultado una maquina más limpia.

1.1.5. ACOPLADOR RÁPIDO Y HERRAMIENTAS CAT

“Amplia variedad de herramientas diseñadas para obtener alto rendimiento con los Minicargadoras Cat.”



Figura 1.7 Acople Universal

La CAT 226B es una máquina multifuncional por lo que necesita de gran facilidad para el intercambio de las diversas herramientas que se le puede adaptar. Consta de un acoplador rápido, que tiene las siguientes características:

- La plancha lateral de perfil bajo está diseñada para adaptarse óptimamente a las herramientas añadiendo la cantidad mínima de material.
- Las cuñas opuestas aseguran un encaje apretado de la herramienta, incluso después de muchos años de uso.
- El diseño resistente y la gran área de contacto absorben las cargas y

- reducen los esfuerzos.
- Los pasadores verticales están cromados y lubricados para obtener una conexión suave y uniforme y evitar su corrosión.
- El acoplador permite una visibilidad excelente de las herramientas y permite entrar y salir de la cabina sin obstáculos.
- Permite conectar y desconectar manualmente las herramientas utilizando dos manijas con alto efecto de palanca.



Figura 1.8 Acoplamiento

Existen varias herramientas que se pueden adaptar en la 226B, diseñadas y construidas para obtener rendimiento y durabilidad óptimos, estas herramientas proporcionan alta productividad, vida útil de servicio prolongada, las herramientas que se pueden adaptar son las siguientes:

- Hojas orientables
- Sinfines
- Retroexcavadoras
- Cepillos
- Cucharones

- para tierra
 - de uso general
 - con garfio
 - para material liviano
 - de usos múltiples
 - utilitario
- Perfiladoras de pavimento
 - Compactador vibratorio
 - Martillos
 - Rastrillos de jardinería
 - Arados de jardinería
 - Brazo para manejo de materiales
 - Horquillas para paletas
 - Limpianieves
 - Triturador de tocones
 - Zanjadoras
 - Sierra circular



Figura 1.9 Accesorios

1.1.6. FACILIDAD DE SERVICIO

Las Minicargadoras Cat son fáciles de mantener y dar servicio gracias al acceso rápido y diseño.

Como toda maquinaria pesada necesita del mantenimiento necesario según sus horas de servicio, por lo cual la 226B está diseñada para un acceso rápido al motor a través de la puerta trasera que se abre 90 grados para permitir alcanzar ambos lados del motor. Esto permite el recambio de los filtros con mucha facilidad y evitando derrames.

Todos los elementos del sistema de enfriamiento (radiador, enfriador del aceite hidráulico), además de la parrilla se levantan para realizar el servicio adecuado muy ágilmente.

La cabina también tiene un diseño que permite levantar la misma por una sola persona tan solo utilizando una sencilla herramienta, esto permite tener acceso todas las bombas hidráulicas, motores, válvulas, tuberías y tanque de combustible. De la misma forma el cárter es desmontable lo que permite la su limpieza periódica.

Las conexiones eléctricas y tuberías hidráulicas son muy sencillas, con puntos de mantenimiento de fácil acceso y agrupados.

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



Figura 1.10 Minicargadora CAT 226B

1.2.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.2.1. MOTOR

Modelo del Motor	Cat 3024C T	
Potencia bruta SAE J1995	46 kW	62 hp
Potencia del motor ISO 14396	46 kW	61 hp
Potencia neta 80/1269/EEC	43 kW	57 hp
Potencia neta ISO 9249	43 kW	57 hp
Potencia neta SAE 1349	42 kW	57 hp
Cilindrada	2,2 litros	134 pulg3
Carrera	100 mm	3,9 pulg
Calibre	84 mm	3,3 pulg

Tabla 1.1 Características del Motor



Figura 1.11 Motor CAT 226

1.2.2. PESO

Peso en orden de trabajo	2646 kg	5834 lb
Peso en orden de trabajo (HF)	2677 kg	5903 lb

Tabla 1.2 Peso de la Minicargadora

1.2.3. TREN DE FUERZA

Velocidad de desplazamiento	12,7 km/h	7,9 mph
Velocidad de desplazamiento en retroceso	12,7 km/h	7,9 mph

Tabla 1.3 Características tren de fuerza

1.2.4. DIMENSIONES

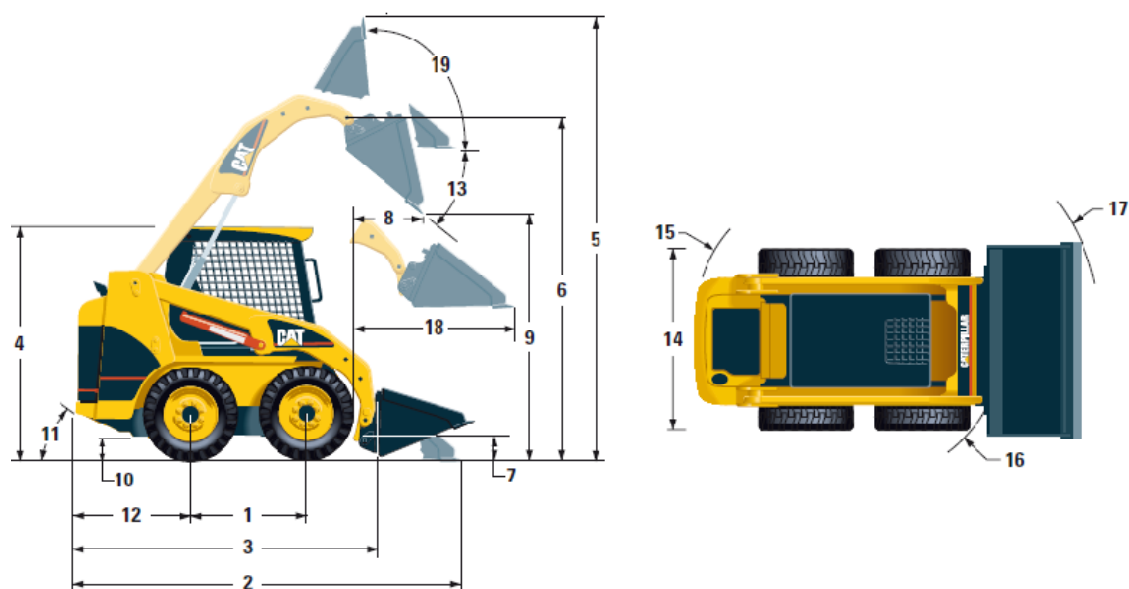


Figura 1.12 Dimensiones

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°

Tabla 1.4 Dimensiones

1.2.5. SISTEMA HIDRÁULICO

Flujo hidráulico	Flujo estándar	
Flujo hidráulico	Flujo alto	
Presión hidráulica del cargador	23.000 kPa	3.335 lb/pulg
Flujo hidráulico del cargador	60 L/min	15,6 gal/min

Flujo hidráulico del cargador (HF)	100 L/min	26 gal/min
Potencia hidráulica	23,0 kW	30,4 hp
Potencia hidráulica (HF)	37,7 kW	50,6 hp

Tabla 1.5 Características sistema hidráulico

1.2.6. CAPACIDADES DE LLENADO

Caja de la cadena, cada lado	6 L	1,6 gal	
Sistema de enfriamiento	10 L	2,6 gal	
Cárter del motor	8 L	2,1 gal	SAE 15W40
Tanque de combustible	65 L	17 gal	
Sistema hidráulico	55 L	14,5 gal	
Tanque hidráulico	35 L	9,2 gal	

Tabla 1.6 Capacidades

1.2.7. CIRCUITO ELÉCTRICO

VER ANEXO A


1.3.ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

Capacidad nominal de operación	680 kg	1500 lb
Capacidad nominal de operación con contrapeso optativo	726 kg	1600 lb
Carga límite de equilibrio estático	1360 kg	3000 lb

Fuerza de desprendimiento, cilindro de inclinación	1852 kg	4084 lb
Fuerza de desprendimiento, cilindro de levantamiento	1515 kg	3341 lb
Fuerza de desprendimiento, cilindro de levantamiento (HF)	1499 kg	3306 lb

Tabla 1.7 Capacidades de operación

1.4.MANTENIMIENTO

IMAGEN	Nº	MAQUINA	MARCA	MODELO	POTENCIA	AÑO	HORAS
	1	Minicargadora	CAT	226B	57hp	2008	600

MOTOR	TRANSMISION	HIDRAULICO	AGUA	BATERIA	NEUMATICOS	COMBUSTIBLE
15W40	SAE 30	10 W				Diesel
2,1 GLS	1.6 GLS	9,2 GLS	2,6 GLS	24 V	10mm - 16.5mm Cat	17 GLS

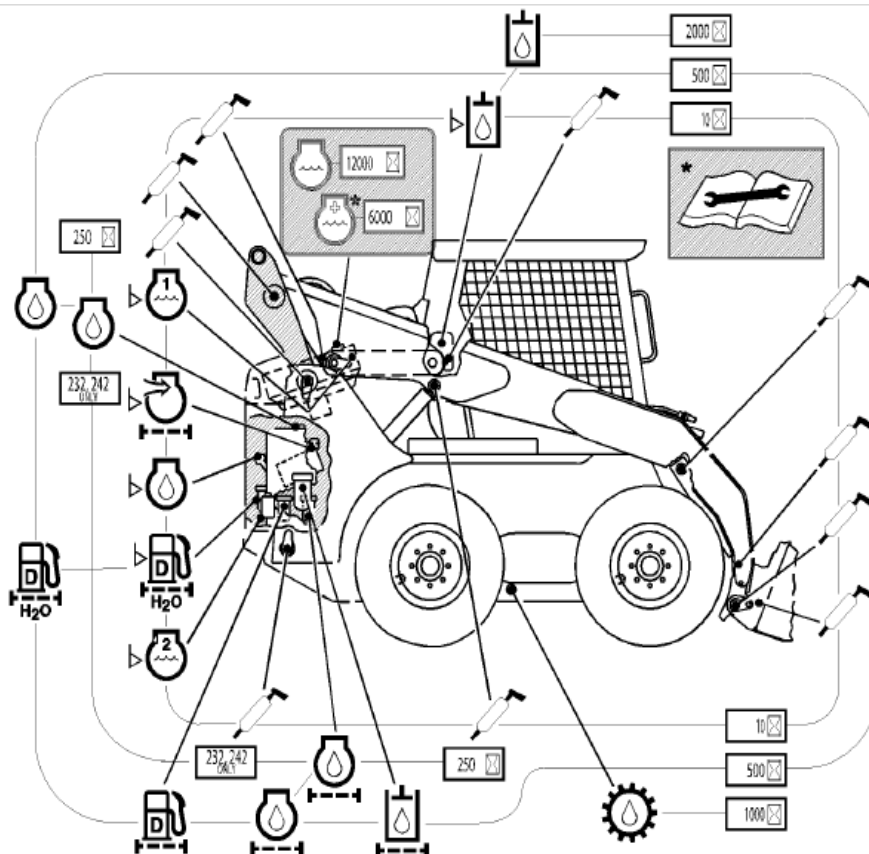
Tabla 1.8 Plan de mantenimiento

CAPÍTULO II

II. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA MINICADORA CAT 226B

2.1. INTRODUCCIÓN:

El Sistema Hidráulico de la Minicargadora CAT 226b incorpora fiabilidad y proporciona capacidad excepcional de levantamiento, desprendimiento y potencia auxiliar a las herramientas.



233-57151 5

Figura 2.1 Minicargadora

⁵216B_ 226B_ 232B_ 236B_ 242B_ 246B_ 248B_ 252B_ 262B_ and 268B Skid Steer Loaders-Before Operation, page. 54

2.2. BOMBAS

Las bombas hidráulicas son impulsadas directamente desde el motor para obtener el máximo rendimiento hidráulico y la máxima fiabilidad no se utilizan correas.

Las bombas son de caudal fijo y proporcionan flujo hidráulico a los circuitos del cargador y del sistema auxiliar a 60 litros/min (15,6 gal/min) a alta en vacío. La presión máxima del sistema para los circuitos del cargador y del sistema auxiliar del 216B es 21.400 kPa y 3.100 lb/pulg². La presión máxima del sistema para los circuitos del cargador y del sistema auxiliar del 226B es 23.000 kPa y 3.335 lb/pulg². Dos bombas de engranajes de caudal fijo proporcionan flujo y presión para los circuitos del cargador y del sistema auxiliar del 226B 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 y 3.335 lb/pulg².

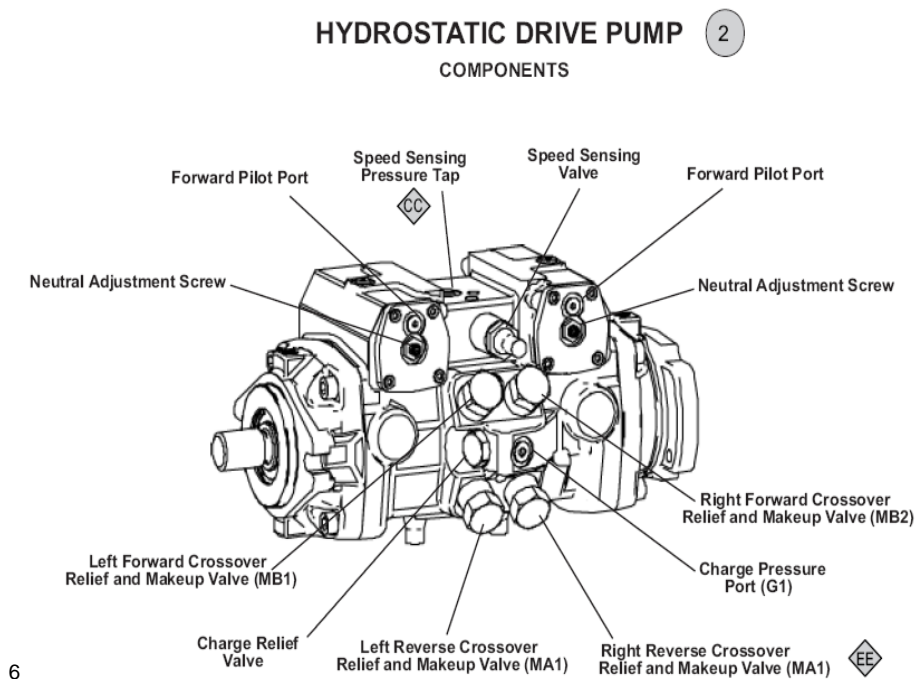


Figura 2.2 Bomba

⁶ RENR4869; 24 Page, TRM

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

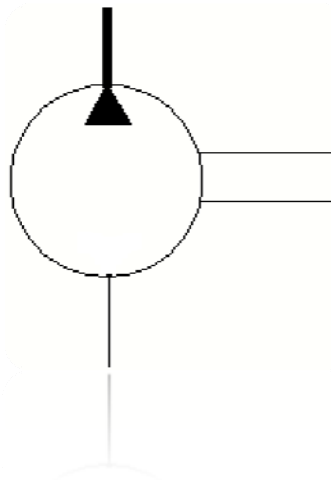


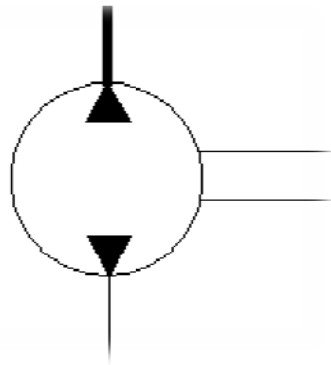
Figura 2.3 Bomba de Caudal Constante
Un sentido de Flujo

El propósito de una bomba hidráulica es suministrar un flujo de líquido a un sistema hidráulico. La bomba no crea la presión del sistema, puesto que la presión se puede solamente por una resistencia al flujo. Mientras que la bomba proporciona, transmite una fuerza al líquido. Dado que el flujo de líquido encuentra resistencia, esta fuerza se vuelve una presión. La resistencia al flujo es el resultado de una restricción o de una obstrucción en la trayectoria del mismo.

Esta restricción es normalmente el trabajo logrado por el sistema hidráulico, pero puede ser también debido a restricciones de líneas, de guarniciones, y de válvulas dentro del sistema. Así la presión es controlada por la carga impuesta sobre el sistema o la acción de un dispositivo regulador de presión.

Una bomba debe tener una fuente continua de líquido disponible en el puerto de entrada para suministrar el líquido al sistema. Dado que la bomba fuerza el líquido a través del puerto de salida, un vacío parcial o un área de baja presión se crea en el puerto de entrada.

Cuando la presión en el puerto de entrada de la bomba es más baja que la presión atmosférica local, la presión atmosférica que actúa sobre el líquido en el depósito fuerza el líquido hacia la entrada de bomba. Si la bomba está situada en un nivel más bajo que el depósito, la fuerza de la gravedad complementa a la presión atmosférica sobre el depósito.



**Figura 2.3 Bomba de Caudal Constante
Doble sentido de Flujo**

El proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas: aspiración y descarga.

2.2.1. ASPIRACIÓN:

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.

2.2.2. 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.

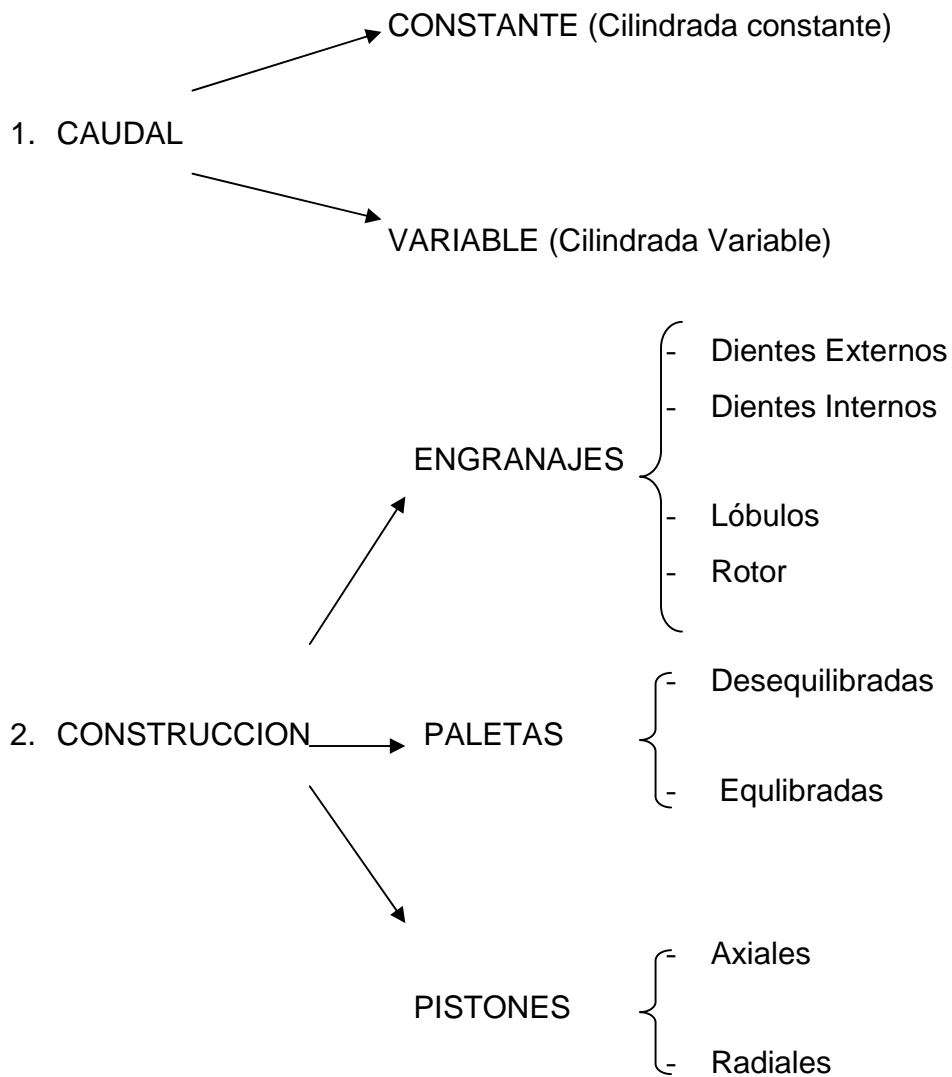
2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS:

Clasificadas normalmente por su salida volumétrica y presión:

Salida volumétrica: es la cantidad de líquido que una bomba puede entregar a su puerto de salida en cierto periodo de tiempo a una velocidad dada. La salida volumétrica se expresa generalmente en galones por el minuto (gpm).

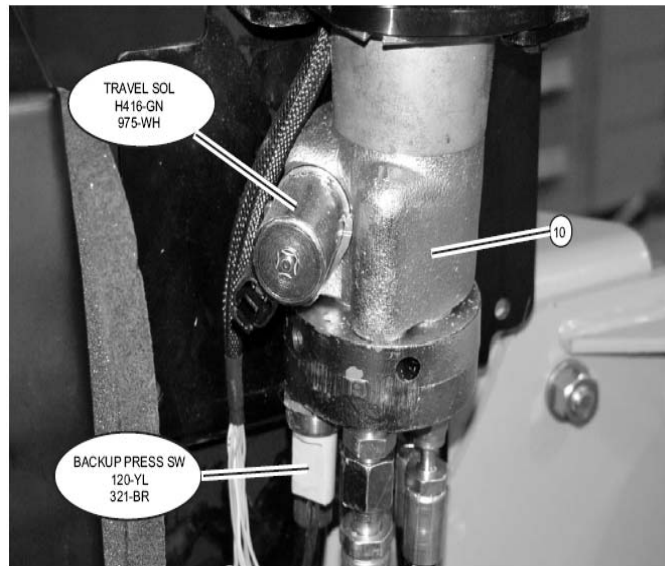
Los cambios en la salida volumétrica afectan la velocidad de la bomba, algunas bombas son clasificadas por su desplazamiento.

El desplazamiento de la bomba: es la cantidad de líquido que la bomba puede entregar por ciclo. Puesto que la mayoría de las bombas utilizan una impulsión rotatoria, el desplazamiento se expresa generalmente en términos de pulgadas cúbicas por revolución.



2.3.VÁLVULAS

Las válvulas Caterpillar se fabrican con el fin de proporcionar el máximo control al operador. Las avanzadas técnicas de mecanizado y el diseño de los componentes para conseguir tolerancias metal-metal muy ajustadas, consiguen un nivel de rendimiento y control superior para las máquinas Caterpillar.



Travel Pilot Valve (10)

7

Figura 2.4 Travel Pilot Valve

Dentro del sistema hidraulico existen valvulas tales como:

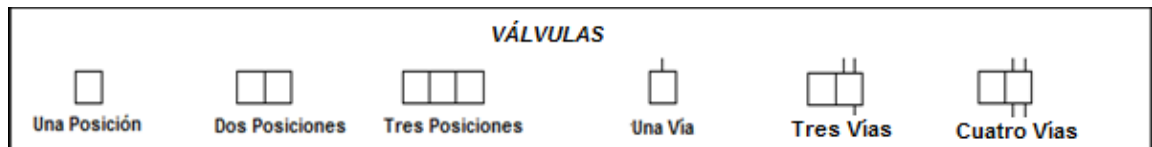


Figura 2.5 Válvulas

Son muy severos los requerimientos del control de la presión en un sistema hidráulico.

2.3.1. ACCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS

Estos están referidos a la forma o el medio que se utiliza para desplazar el conmutador dentro de la válvula o el elemento de cierre. Pueden ser mecánicos

⁷ RENR4869 24 Page, TRM

(como muelles, rodillos, rodillos abatibles), manuales (pulsadores, palancas, pedales) y además accionados neumática e hidráulicamente.

En los accionamientos del tipo mecánico y manual, es necesario aplicar una fuerza directamente sobre el conmutador ya sea con palancas resortes o pedales, entre otros, en cambio en los accionamientos neumáticos y/o hidráulicos es la presión de un fluido que actúa sobre el conmutador la que genera la fuerza necesaria para provocar el desplazamiento, por otro lado puede generar también fuerza, la depresión del fluido para desplazar el conmutador.

2.4.MANGUERAS Y CONEXIONES

Dentro del La Minicargadora CAT 226b es importante mencionar las mangueras y conexiones que posee esta, Las cuales permite el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulicos de la máquina.

Las mangueras están diseñadas para funcionar como un sistema de transporte de fluido hidráulico entre grupo de cilindros, válvulas, bombas, motores y otros componentes de sistemas hidráulicos.

Presiones altas	Presiones bajas e intermedias	Aplicaciones especiales
MANGUERAS		
 <p>MANGUERA XT-6 ES Supera las normas SAE 100R15</p>	 <p>MANGUERA DE 2 MALLAS (294) Supera las normas SAE 100R12 Tipo AT Iguala a la norma DIN 20022-28N</p>	 <p>MANGUERA DE CUBIERTA DE TELA DE UNA MALLA (566) Fabric Covered Supera las normas SAE 100R5</p>
 <p>MANGUERA XT-5 ES Supera las normas SAE 100R13</p>	 <p>MANGUERA DE UNA MALLA (716) Supera las normas SAE 100R1 Tipo AT Iguala a la norma DIN 20022-15N</p>	 <p>MANGUERA PARA MOTOR Y FRENO NEUMÁTICO (1130) Supera las normas SAE J1402</p>
 <p>MANGUERA XT-3 ES Supera las normas SAE 100R12</p>	 <p>MANGUERA DE SUCCIÓN HIDRÁULICA Supera las normas SAE 100M4</p>	 <p>MANGUERA TERMOPLÁSTICA (1028) Supera las normas SAE 100R7</p>
		 <p>MANGUERA DE AIRE ACONDICIONADO (1543) Supera las normas SAE J51 TIPO D Iguala a la norma SAE J2004 TIPO D</p>

Figura 2.6 Mangueras

2.5.ACOPLES

Los acoples 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

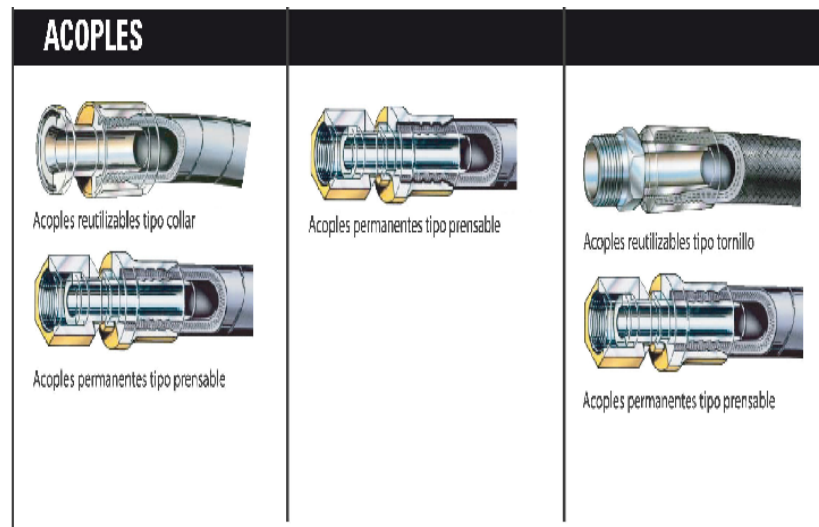


Figura 2.7 Acoples

2.6. CILINDROS

Los cilindros hidráulicos de las máquinas CAT son los encargados de transformar la potencia hidráulica generada por las bombas y transportada por las mangueras, en potencia mecánica de movimiento.

La Minicargadora CAT 226b consta con cilindros hidráulicos los cuales desempeñan una función muy importante en el trabajo de la maquinaria.

Los cilindros hidráulicos constan del cuerpo del cilindro y del émbolo, la función de estos es transformar la energía de presión del líquido en energía mecánica.

Estos ejecutan un movimiento rectilíneo. Todas las formas de construcción de los cilindros hidráulicos pueden reducirse a dos formas básicas: Cilindros de simple efecto y cilindros de doble efecto.

2.6.1. CILINDROS DE SIMPLE EFECTO:

Estos cilindros tienen una sola conexión de fluido hidráulico. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita fluido solo para un movimiento de traslación el vástago retorna por efecto del muelle incorporado o de una fuerza externa.

El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial y a una velocidad suficientemente grande

Estos se utilizan principalmente para sujetar, expulsar apretar, **LEVANTAR**, alimentar, etc.

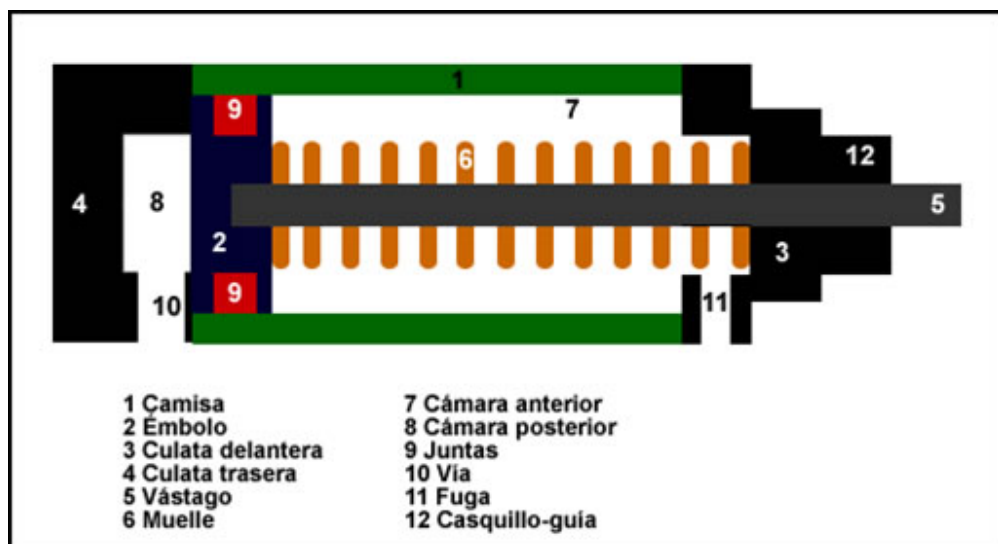


Figura 2.8 Cilindros de simple efecto

No debemos confundir las carreras del vástago. Es decir, existen dos carreras, una de entrada y otra de salida del vástago, pero el fluido hidráulico puede actuar tanto

en la carrera de entrada como en la carrera de salida, en un cilindro simple, nunca lo hará en las dos carreras.

La explicación del cilindro representado aquí es de fácil comprensión: Cuando insertamos fluido por la vía (10), se llena de fluido la cámara posterior (8), el muelle se contrae (6) expulsando el fluido acumulado por el orificio de fuga (11) y desplazando el vástago o pistón (5). Cuando desconectamos la vía (10) del fluido y lo conectamos con el fluido acumulado, se llena de fluido la cámara anterior (7) por el orificio de fuga (11), se expande el muelle (6) provocando el retorno del vástago o pistón (5).

Existen ventajas y desventajas en el uso de este cilindro, por este motivo es aconsejable conocerlo. Por una parte, si lo comparamos con otro cilindro de doble efecto que disponga de las mismas características, su consumo es de la mitad.

Pero por otra parte, al tener un muelle en su interior, el vástago no puede realizar recorridos superiores a los 110 mm. Hay que tener en cuenta, que cuanto más recorrido más fuerza debe ejercer el muelle.

2.6.2. CILINDROS DE DOBLE EFECTO.

La fuerza ejercida por el fluido hidráulico anima al émbolo, en el cilindro de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos, se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago sólido.

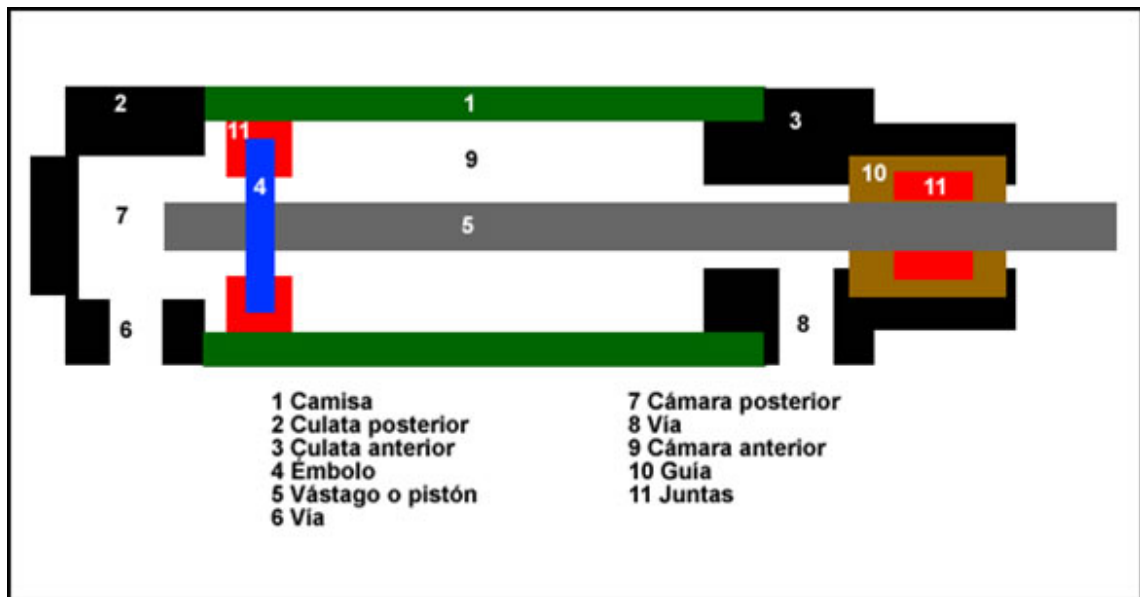


Figura 2.9 Cilindros de doble efecto

Cuando disponemos de la vía (6) con entrada de fluido hidráulico y la vía (8) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de avance. Cuando disponemos de la vía (8) de entrada de fluido hidráulico y la vía (6) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de retroceso. La guía (10), se utiliza para evitar el movimiento llamado pandeo, es algo así como la oscilación que puede sufrir el vástago en su desplazamiento. Las juntas (11) tienen dos misiones, una la de evitar la fuga de fluido, y otra, la de evitar la entrada de suciedad en la cámara anterior (9) por el retroceso del vástago.

2.6.3. COMPONENTES Y MANTENIMIENTO:

2.6.3.1. Camisas

Mediante el proceso automatizado de rebajado y pulido, se consigue generar un orificio interno altamente simétrico, con un acabado superficial que prolonga la vida de los sellos y facilita el lubricado interno del cilindro durante su operación.



Figura 2.10 Camisas

El grosor de las paredes del tubo permite rectificar las camisas desgastadas a sobre medida, lo cual, mediante la utilización de juntas adecuadas a esta nueva sobre medida, nos permite prolongar la vida útil de estos componentes.

2.6.3.2. Vástagos

La junta entre el ojo y la barra del vástago, la zona más crítica de un vástago, en los componentes nuevos se realiza mediante soldadura continua por fricción, consiguiendo una unión sólida y continua en toda la superficie de unión de las dos piezas y no sólo en el perímetro, como ocurre en una soldadura tradicional.



Figura 2.11 Vástago

Estos componentes se fabrican en acero cromado tratado con un proceso de endurecimiento térmico (templado) por inducción, con el cual se consigue un equilibrio óptimo entre resistencia, acabado superficial y resistencia a los impactos.

2.6.3.3. Sellos

Los sellos para cilindros CAT han sido especialmente diseñados para los sistemas hidráulicos CAT. Los materiales de primera calidad y la precisión de las dimensiones permiten que los sellos CAT ofrezcan un rendimiento y una durabilidad superiores.



Figura 2.12 Sellos

2.7.CIRCUITO HIDRÁULICO

VER ANEXO B

2.8.FUNCIONAMIENTO

Los controles hidráulicos ergonómicos piloto permiten al operador controlar el Minicargadora CAT con precisión y mínimo esfuerzo. La palanca Universal derecha controla la Subida/Bajada y la inclinación del cargador y 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, las palancas universales optativas “deluxe” proporcionan ahora más controles auxiliares que anteriormente.

Utilizando botones de acción positiva para proporcionar control preciso con la punta de los dedos de muchas de las funciones de la maquina. Incluyendo:

- Sistema hidráulico proporcional para la herramienta.
- Las funciones eléctricas de las palancas universales básicas y deluxe para las herramientas.
- Caudal hidráulico auxiliar momentáneo.

2.9.CÁLCULOS DE COMPROBACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO

2.9.1. CILINDRADA:

Se refiere al volumen de aceite que la bomba puede entregar en cada revolución.

$$C = \frac{\pi(D^2 - d^2) * I}{4}$$

Donde:

D = Diámetro mayor del engranaje

d = Diámetro menor del engranaje

I = Ancho del engranaje

Unidades: **cm³/rev.**

2.9.2. CAUDAL TEÓRICO:

Es el caudal que de acuerdo al diseño, debiera entregar la bomba (caudal Ideal)

$$Q_T = C * N$$

Donde:

C = Cilindrada (cm³/rev)

N = Rpm (1/rev)

2.9.3. RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO:

$$n_v = \frac{Q_R}{Q_T} * 100$$

Donde:

QR = Caudal Real

QT = Caudal Teórico

Presión hidráulica del cargador 23000 kPa

Flujo hidráulico del cargador 60 L/min

Flujo hidráulico máximo del cargador 100 L/min

Potencia Hidráulica 37.7 kW

CAPÍTULO III

III. DISEÑO MECÁNICO DE LA HORQUILLA

Para el diseño y construcción del proyecto se utilizará el Software CAD SolidWork 2009 para el análisis y simulación.

Este software se escogió por las diferencias de procedimientos de diseño que existen entre el AutoCAD y Solidwork 2009

	AutoCAD	SolidWorks ⁸
Documentos de dibujos	Líneas 2D dibujadas en una plantilla de "modelo"	Piezas 3D y ensamblajes generan dibujos 2D
Dibujo	Herramientas de Dibujar (procedimiento básico)	Herramientas de croquizar (procedimiento alternativo)
Colocación precisa de entidades	Líneas y otras entidades a tamaño completo y colocadas exactamente	Entidades croquizadas primero, luego cotas y relaciones controlan el

⁸ Tutorial, SolidWorks2009, AutoCAD SolidWork

		tamaño y la colocación
Anotaciones	Notas y bloques	Notas, bloques y muchas herramientas de anotaciones
Impresiones	Trazados desde "presentaciones" basadas en el "modelo" dibujado	Imprimir directamente desde un documento de dibujo

Tomando en cuenta las diferencias existentes entre programas, es necesaria la utilización del software CAD SolidWork 2009 ya que esta permite construir, evaluar los diseños, observar causas de fallos anticipados, analizar y escoger materiales, pesos, determinar el factor de seguridad del material antes de su fabricación.

Este software es utilizado por Ingenieros, estudiantes, para realizar diferentes diseños y construcciones, análisis de materiales, ensamblajes, dinámica de movimientos y superficies a utilizar, permitiendo así apreciar los diferentes resultados que se dan a través de la utilización de materiales experimentales que el software permite aplicar y realizar en el estudios de lo fabricado o previo a ser fabricado.

3.1.DISEÑO DE LAS CUCHILLAS

Las cuchillas tienen que soportar cargas transversales a su eje por lo tanto desarrolla fuerzas de corte vertical, estas fuerzas variarán dependiendo del peso que se coloque sobre las mismas.

Por objeto de diseño y seguridad se probará cada cuchilla con el peso máximo que puede levantar la minicargadora CAT 226B repartido entre dos ya que el montacargas cuenta con dos cuchillas, las pruebas se realizarán utilizando el software el cual permitirá realizar un correcto diseño.

Además hemos visto necesario recordar el cálculo de forma teórica.

3.1.1. TENSION POR ESFUERZO DE CORTE VERTICAL

El esfuerzo cortante vertical que sufren las cuchillas se puede calcular con:

$$\tau = VQ/It$$

Tenemos:

τ	Esfuerzo cortante máximo
V	Esfuerzo Vertical
Q	Momento estático o Primer momento del área
I	Momento de inercia rectangular de la sección transversal de la viga
t	Espesor del perfil en el lugar en el que se va a calcular el esfuerzo cortante

⁹ Robert L. Mott : Diseño de Elementos de Máquinas; PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006; pag 102

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

Donde:

A_p Parte del área de la sección arriba del lugar donde se va a calcular el esfuerzo

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

Para las cuchillas el momento de inercia se debe utilizar el de área rectangular con la siguiente fórmula:

$$I = th^3/12$$

3.1.2. FÓRMULAS ESPECIALES PARA LA TENSIÓN POR ESFUERZO DE CORTE

Al saber que para las cuchillas se debe calcular como área rectangular podemos tomar mano de la siguiente fórmula especial:

$$\tau_{max} = 3V/2A$$

Donde: A = Superficie transversal total de la viga

3.1.3. SELECCIÓN DE MATERIALES

Para seleccionar el material idóneo que resista las cargas que se aplicarán ocuparemos el software, iremos describiendo el proceso a seguir:

1. En el diseño de la cuchilla vamos a realizar un análisis de tensión de la misma.
2. Utilizando la herramienta solidworks simulation escogemos la opción estudio / estudio nuevo.

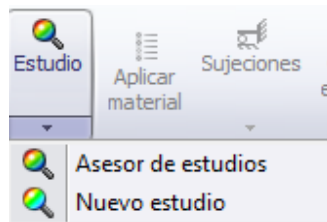


Figura 3.1 Icono estudio

3. En la pantalla que aparece a nuestra izquierda escogemos estudio estático y aceptamos.



Figura 3.2 Estudio estático

4. Luego de esto escogemos el material ingresando en la opción aplicar material



5. Para el primer estudio escogemos Acero ASTM A36 que tiene las siguientes características.¹⁰

Nombre de material:	ASTM A36 Acero
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.9008e+007	psi	Constante
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	1.1502e+007	psi	Constante
Densidad	0.2836	lb/in ³	Constante
Límite de tracción	58015	psi	Constante
Límite elástico	36259	psi	Constante

Tabla 3.1

6. Colocamos las sujeciones en este caso de geometría fija.

¹⁰ SolidWorks 2009; Archivos de biblioteca; solidworks materials

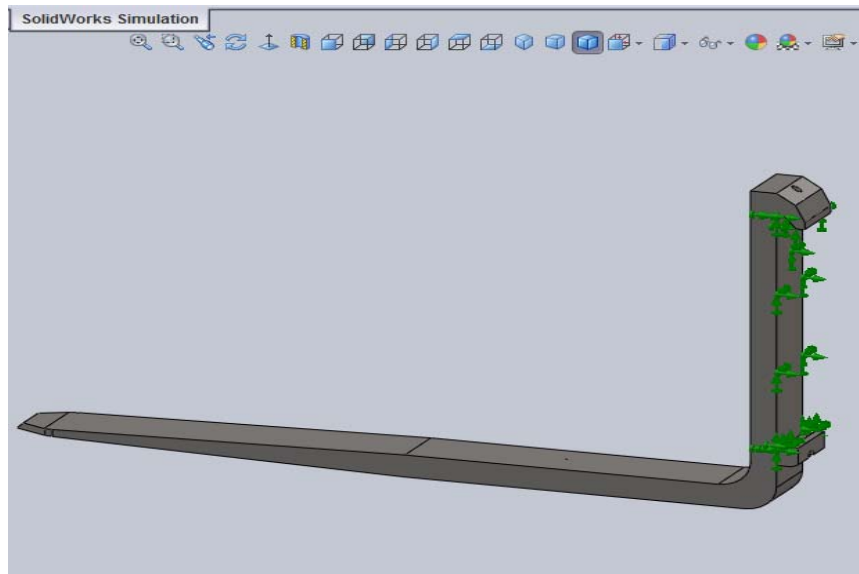


Figura 3.3

7. Colocamos las fuerzas que tiene que resistir la cuchilla y el lugar en donde va ser aplicada, además tomamos en cuenta la gravedad.

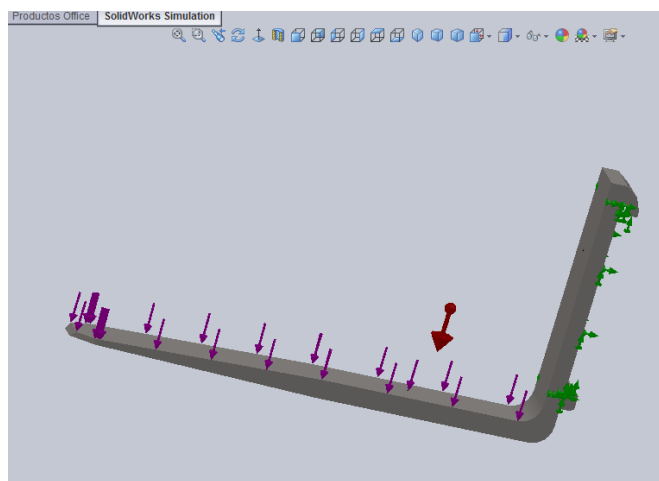


Figura 3.4

8. Y escogemos la opción ejecutar para iniciar el análisis

9. La minicargadora tiene la capacidad de levantar 3000lb, por lo tanto la cuchilla debe soportar una carga de 1500lb, puede ceder como máximo en su parte extrema 15mm y debe tener un factor de seguridad mayor o igual a 2.

10. Y obtenemos los resultados del análisis:

Nombre	Tipo	Mín. (Mpa)(mm)	Máx. (Mpa)(mm)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	3.30537e-005	184.457
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0	11.3022

Tabla 3.2

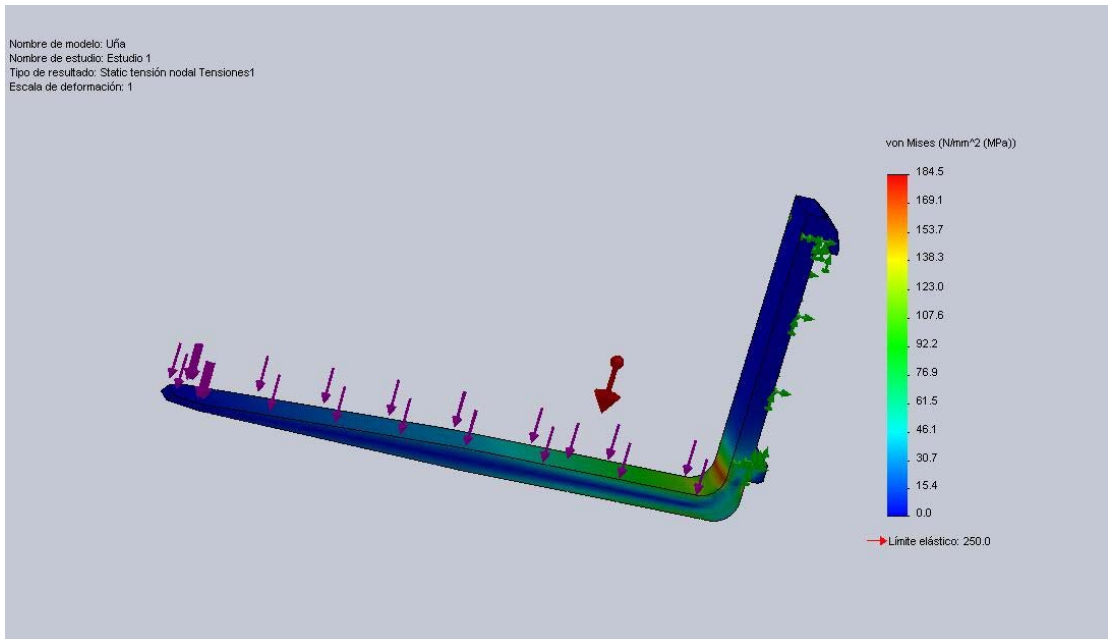


Figura 3.5 Cuchilla –Tensiones

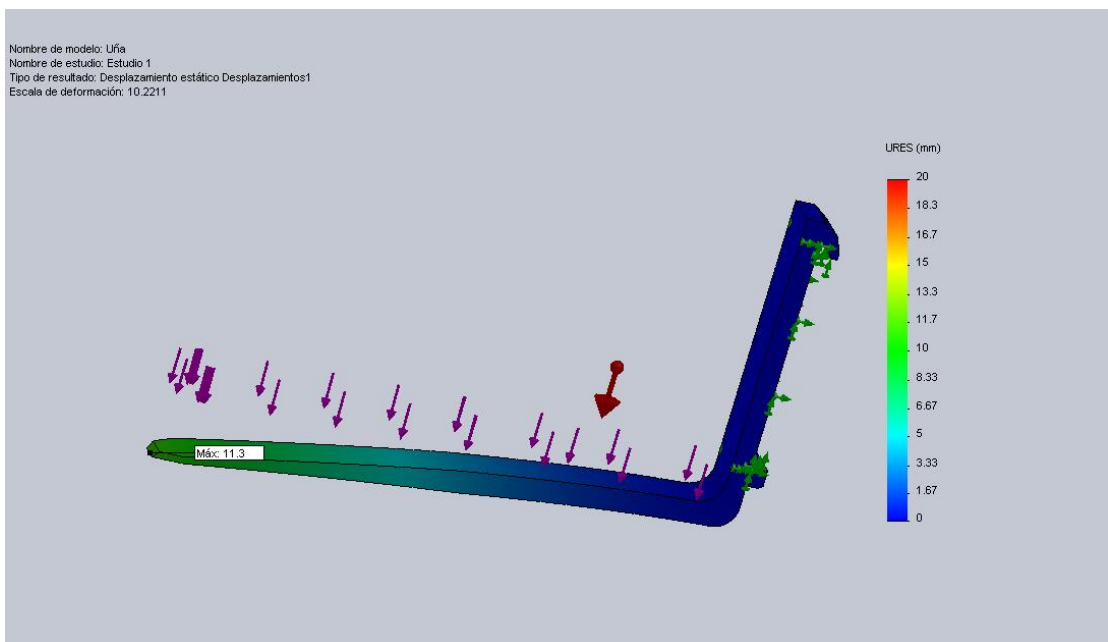


Figura 3.6 Cuchilla - Desplazamientos

11. Observamos que el desplazamiento máximo es de 11.3022mm lo cual se encuentra dentro de los parámetros.

12. Ahora vamos a comprobar el factor de seguridad.

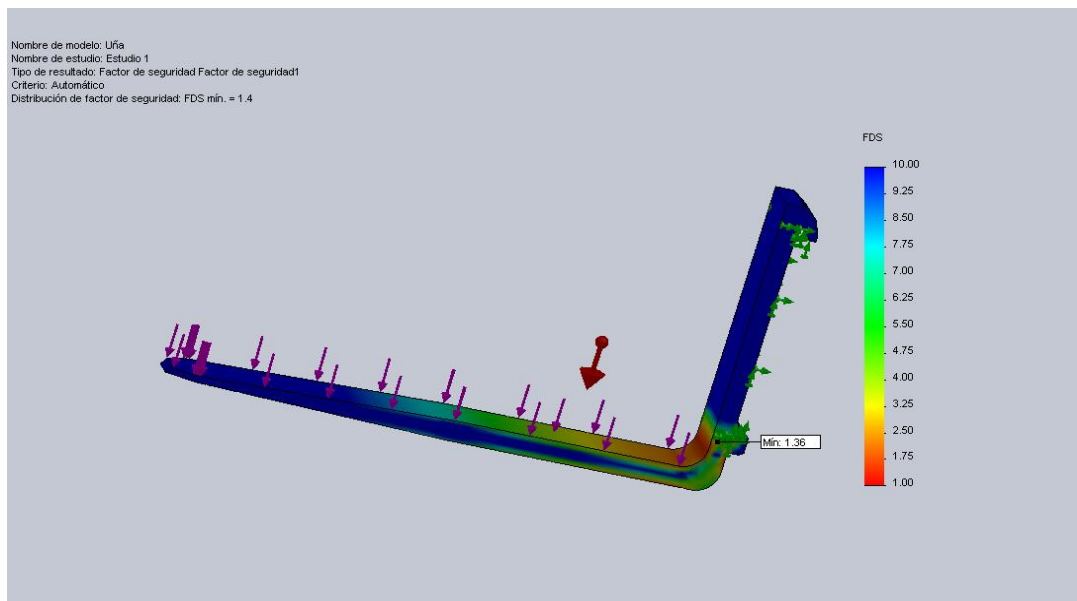


Figura 3.7 Cuchilla - Factor de seguridad

13. El factor de seguridad mínimo es de 1.36 lo cual es un factor de seguridad demasiado bajo.

14. Por lo tanto el Acero ASTM A36 queda descartado como material de construcción

15. Cambiamos a un material de mayor resistencia y escogemos el AISI 4340 acero normalizado, este tiene las siguientes características.

Nombre de material:	AISI 4340 Acero normalizado
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises

Tabla 3.3

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.9733e+007	psi	Constante
Coefficiente de Poisson	0.32	NA	Constante
Módulo cortante	1.1603e+007	psi	Constante
Densidad	0.2836	lb/in ³	Constante
Límite de tracción	1.6099e+005	psi	Constante
Límite elástico	1.0298e+005	psi	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	6.8333e-006	/Fahrenheit	Constante
Conductividad térmica	0.00059518	BTU/(in.s.F)	Constante
Calor específico	0.11347	Btu/(lb.F)	Constante

Tabla 3.4

16. Con este material obtenemos los siguientes resultados

Nombre	Tipo	Mín. (MPa)(mm)	Máx. (MPa)(mm)
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	3.29083e-005	169.417
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	10.9718 mm

Tabla 3.5

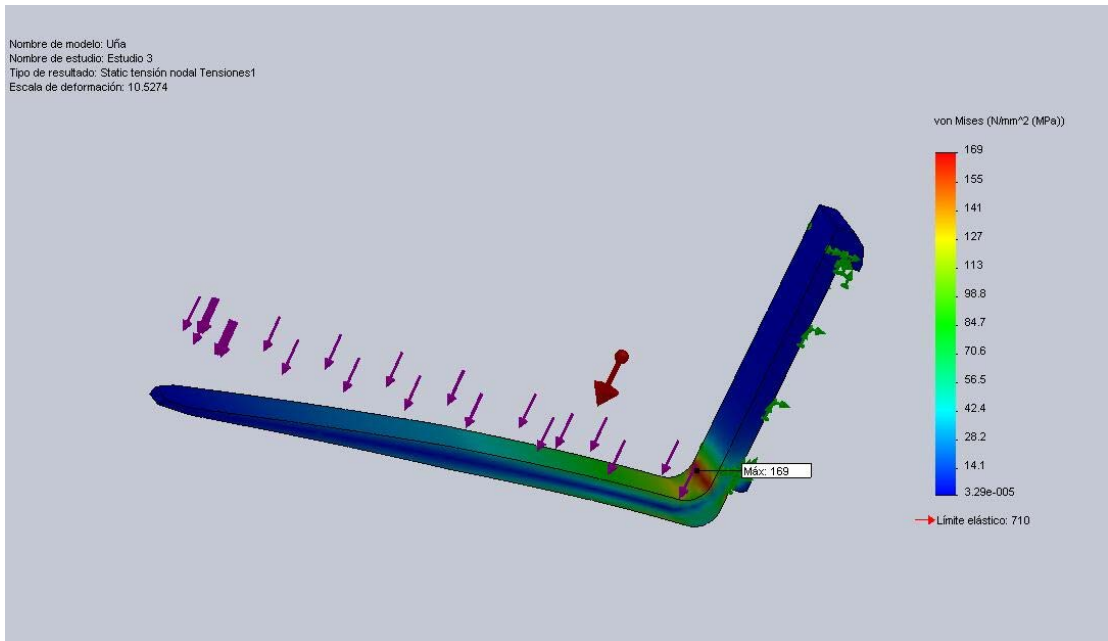


Figura 3.8 Cuchilla – Tensiones

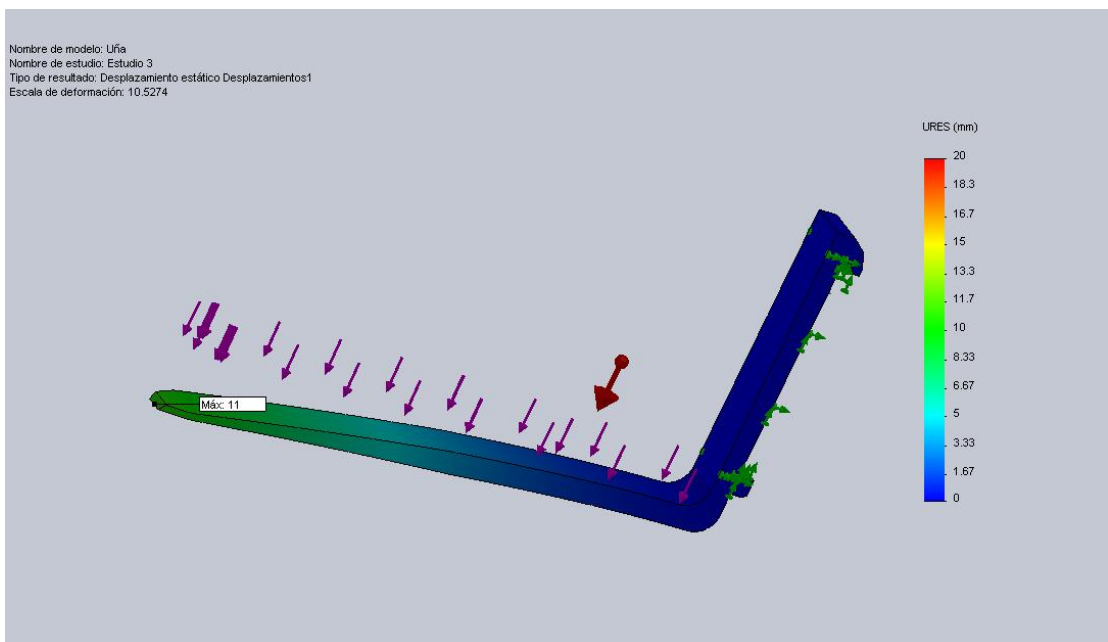


Figura 3.9 Cuchilla – Desplazamientos

17. Nuevamente comprobamos el factor de seguridad con el nuevo material

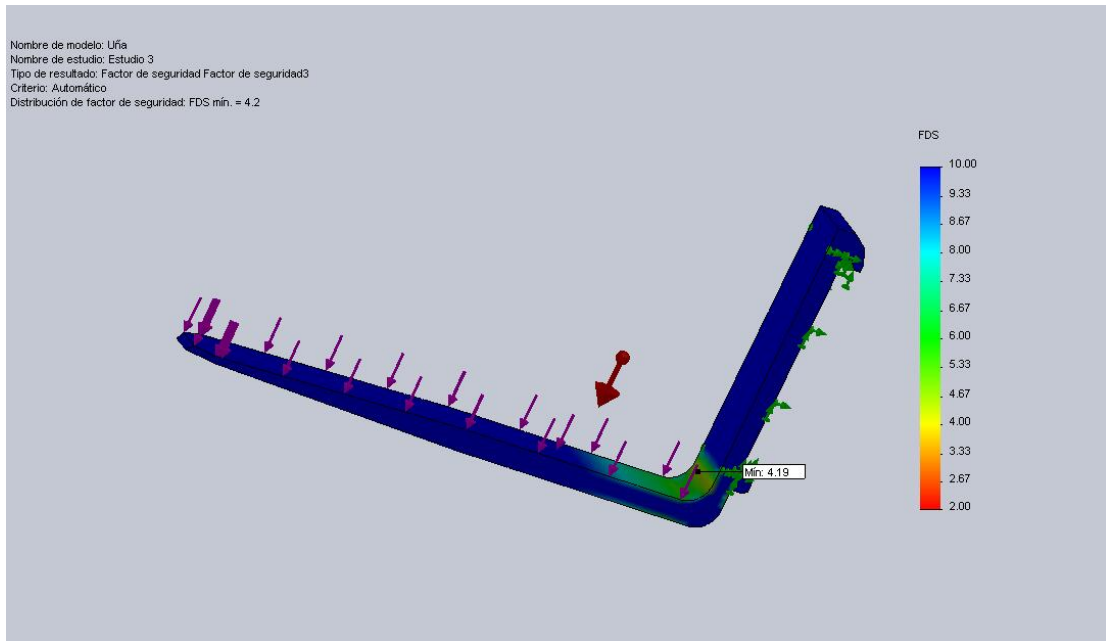


Figura 3.10 Cuchilla - Factor de seguridad

18. El factor de seguridad mínimo es 4.34 con este material lo cual está sobre el factor puesto como parámetro de diseño por lo que escogemos este material (AISI 4340 Acero normalizado) para la construcción de las cuchillas.

19. Comparamos los dos materiales.

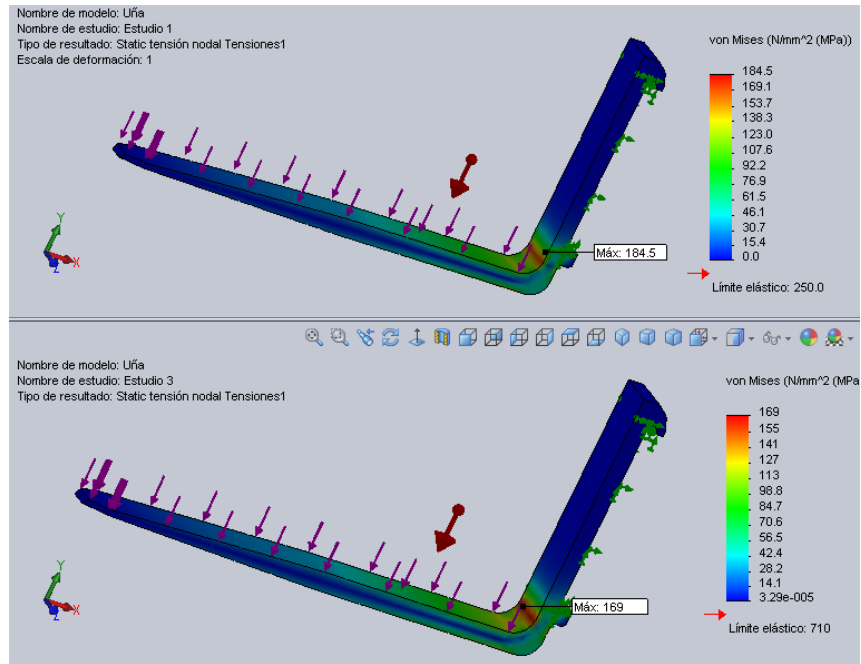


Figura 3.11 Comparación de la tensión máxima entre ASTM A36 Acero y AISI 4340 Acero Normalizado

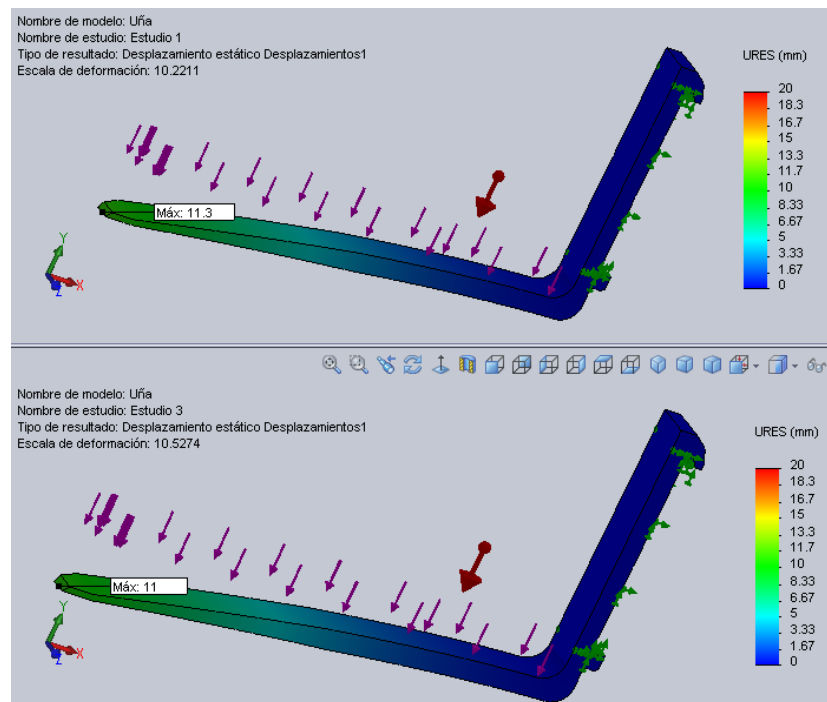


Figura 3.12 Comparación del desplazamiento máximo entre ASTM A36 Acero y AISI 4340 Acero Normalizado

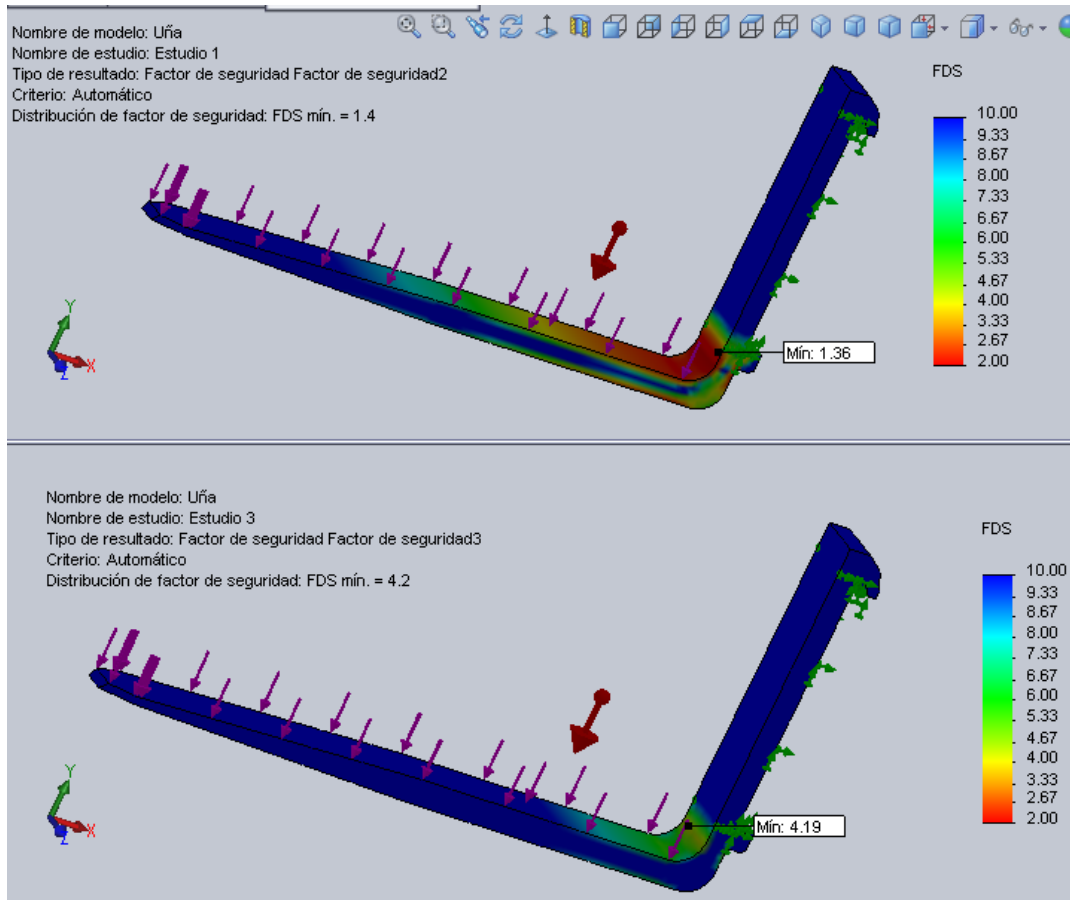


Figura 3.13 Comparación del factor de seguridad entre ASTM A36 Acero y AISI 4340 Acero Normalizado

3.2.DISEÑO DEL ESPALDAR

Para el diseño del espaldar es necesario tomar en cuenta el Acoplador rápido, el cual permite que las herramientas se puedan cambiar con rapidez y facilidad, el cual posee las siguientes características:

- La plancha lateral de perfil bajo está diseñada para adaptarse óptimamente a las herramientas añadiendo la cantidad mínima de material.

- Las cuñas opuestas aseguran un encaje apretado de la herramienta, incluso después de muchos años de uso.
- El diseño resistente y la gran área de contacto absorben las cargas y reducen los esfuerzos.
- Los pasadores verticales están cromados y lubricados para obtener una conexión suave y uniforme y evitar su corrosión.
- El acoplador permite una visibilidad excelente de las herramientas y permite entrar y salir de la cabina sin obstáculos.
- El acoplador rápido estándar permite conectar y desconectar manualmente las herramientas utilizando dos manijas con alto efecto de palanca.
- La factibilidad de este acoplador permite un diseño acorde con el requerimiento y condiciones de la maquina Minicargadora CAT 226B

3.2.1. SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la selección de materiales a ocupar en el espaldar es necesario la utilización del Software CAD SolidWork 2009, el mismo que se utilizo en el diseño de Cuchillas.

El procedimiento para el inicio de la selección de materiales es el mismo de selecciones de materiales de las cuchillas, desde el paso 1 al 4.

1. Para el espaldar ya que no está expuesto a fuerzas muy grandes hemos considerado utilizar al acero ASTM A36.
2. A pesar de eso debe cumplir con un factor de seguridad de mínimo 2

3. Y se analizará la resistencia del espaldar construido de acero ASTM A36 en el supuesto caso que la carga resbale y golpee al mismo, el cual no debe deformarse y peor aun romperse ya que la función del espaldar es proteger al conductor de la carga.
4. Tomaremos una carga de 1500lb y de un tamaño de 2 metros cuadrados (3100,0062000124 pulgadas cuadradas) lo que da una presión de 0,48387 psi.
5. Colocamos las sujeciones.

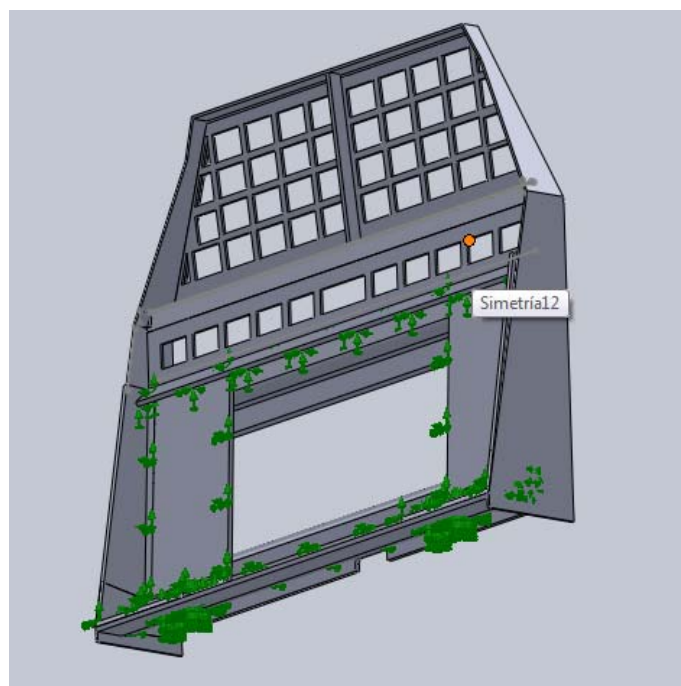


Figura 3.14

6. Aplicamos la presión en los lugares que deben resistir suponiendo un posible resbalo

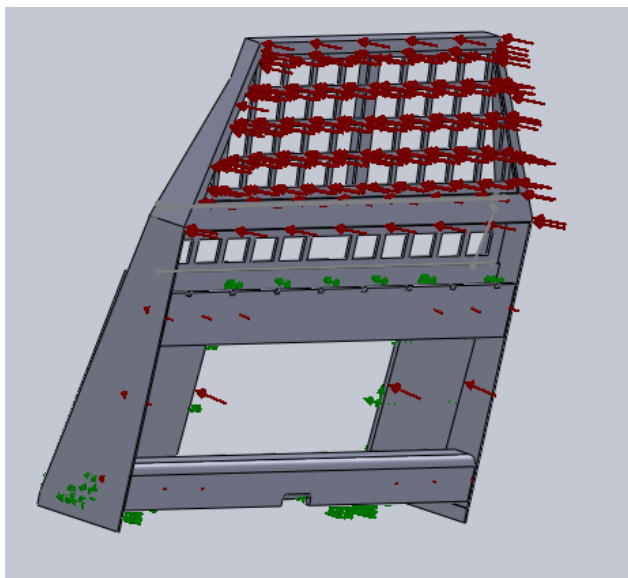


Figura 3.15

7. Realizamos el análisis
8. Y obtenemos los siguientes resultados

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	3.789e-012 psi	3626.52 psi
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	0.183988 mm

Tabla 3.6

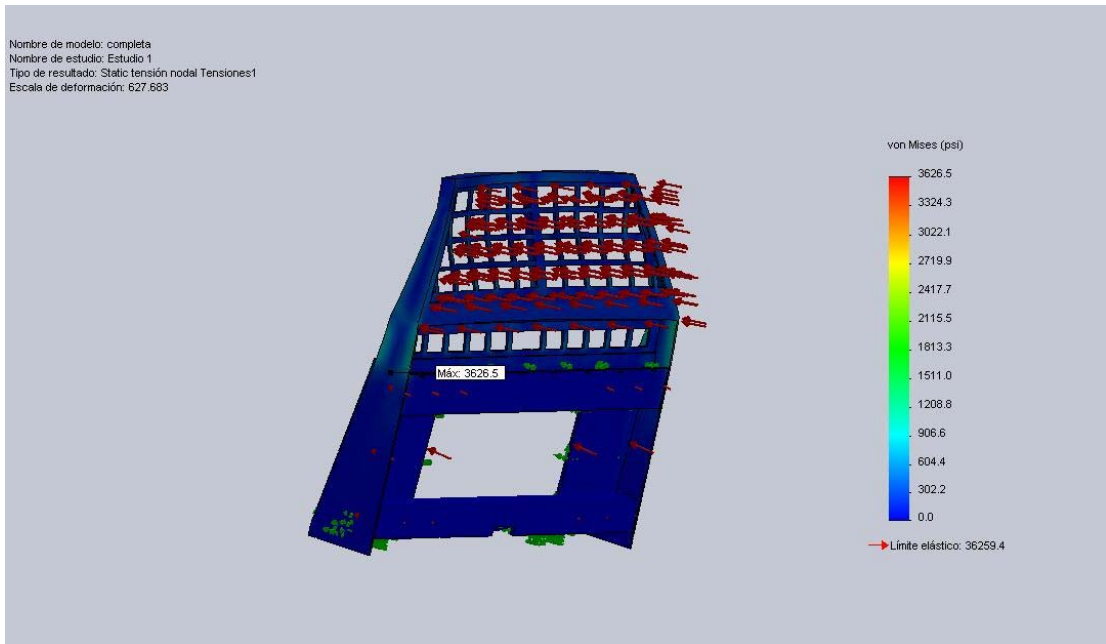


Figura 3.16 Espaldar – Tensiones

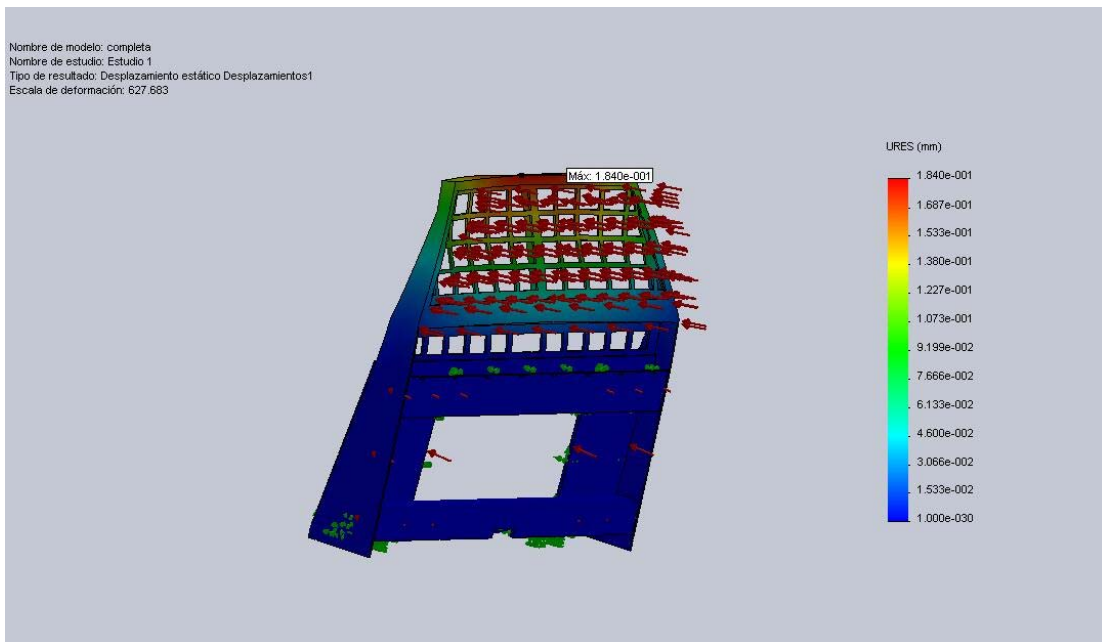


Figura 3.17 Espaldar – Desplazamientos

9. Comprobamos el factor de seguridad

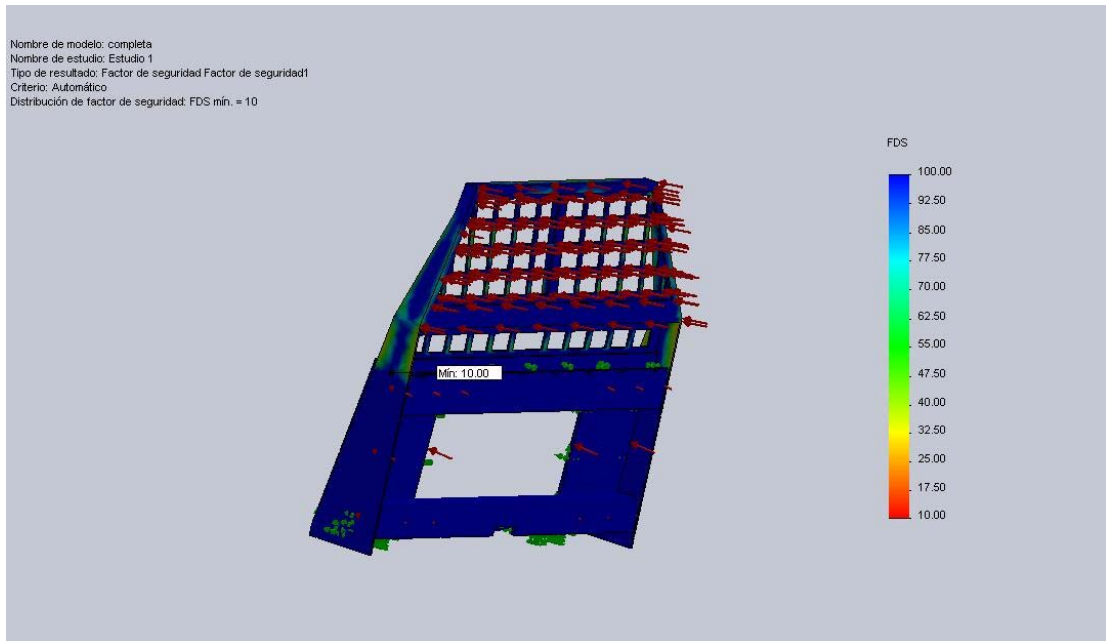


Figura 3.18 Espaldar - Factor de seguridad

10. El factor de seguridad mínimo es 10 con este material lo cual está sobre el factor puesto como parámetro de diseño lo que nos indica que el material es lo suficientemente fuerte para resistir la presión.

3.3.DISEÑO DE LOS PINES

Los Pines permiten la conexión de una pieza con otra, la misma que está sometida a movimientos y cargas, para lo que es necesario el diseño correcto de los pines, en los cuales no exista falla del elemento diseñado.

3.3.1. SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la selección de materiales en los pines también se utiliza el Software CAD SolidWork 2009, el mismo que se utilizó en diseños anteriores

El procedimiento para el inicio de la selección de materiales es el mismo de diseños anteriores que van del paso 1 al 4

1. Para el estudio escogemos Acero inoxidable (ferrítico) que tiene las siguientes características.¹¹

Nombre de material:	Acero inoxidable (ferrítico)
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises

Tabla 3.7

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.9008e+007	psi	Constante
Coefficiente de Poisson	0.28	NA	Constante
Módulo cortante	1.1168e+007	psi	Constante
Densidad	0.28179	lb/in ³	Constante
Límite de tracción	74493	psi	Constante
Límite elástico	24996	psi	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	6.1111e-006	/Fahrenheit	Constante
Conductividad térmica	0.00024075	BTU/(in.s.F)	Constante
Calor específico	0.10989	Btu/(lb.F)	Constante

Tabla 3.8

¹¹ SolidWorks 2009; Archivos de biblioteca; SolidWorks materiales

2. Colocamos las sujeciones en este caso de geometría fija.

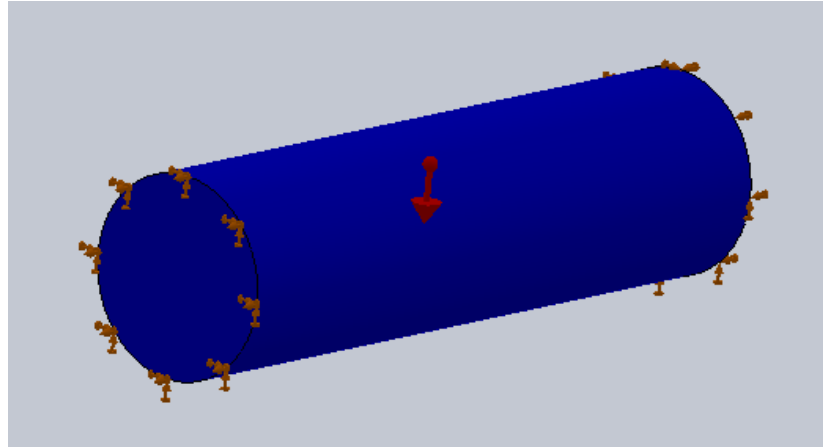


Figura 3.19

3. Colocamos las fuerzas que tiene que resistir los pines y el lugar en donde va ser aplicada, además tomamos en cuenta la gravedad

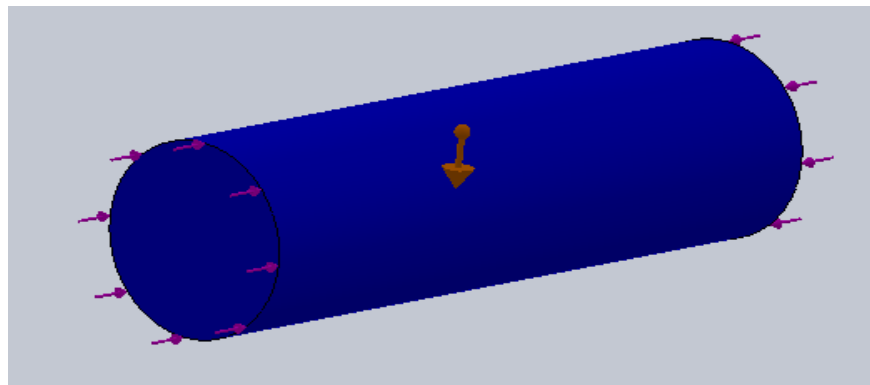


Figura 3.20

4. Realizamos el análisis, en el Software.
5. Obtenemos los resultados del análisis:

Nombre	Tipo	Mín. N/mm ² (MPa)	Máx. N/mm ² (MPa)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	6.73464e-006	0.0253285
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	4.22196e-006 mm

Tabla 3.9

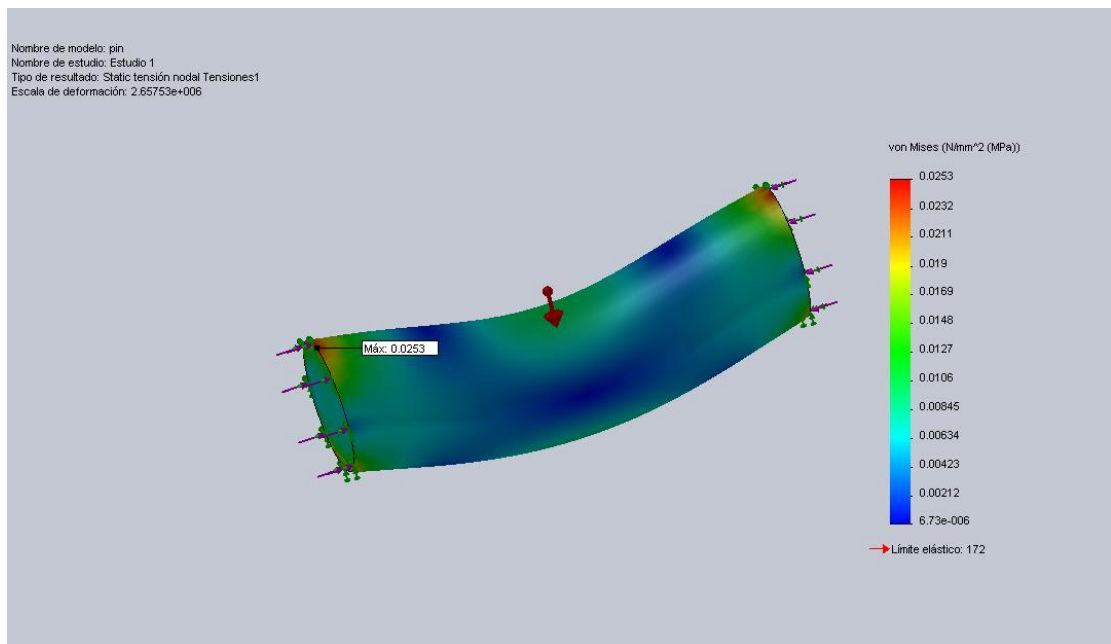


Figura 3.21 Pin - Tensiones

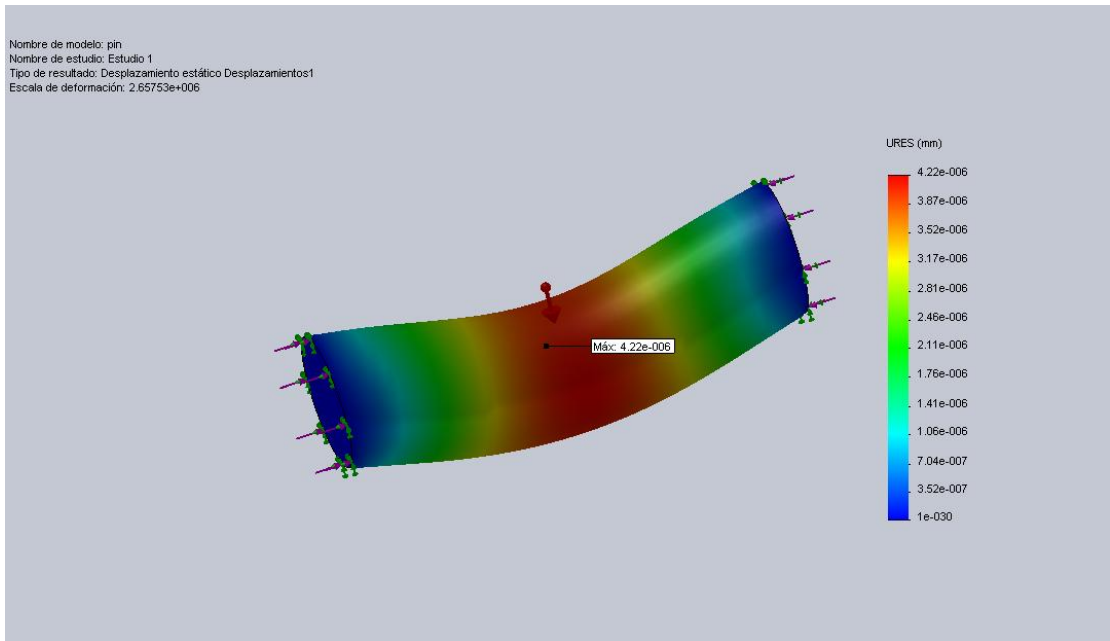


Figura 3.22 Pin - Desplazamientos

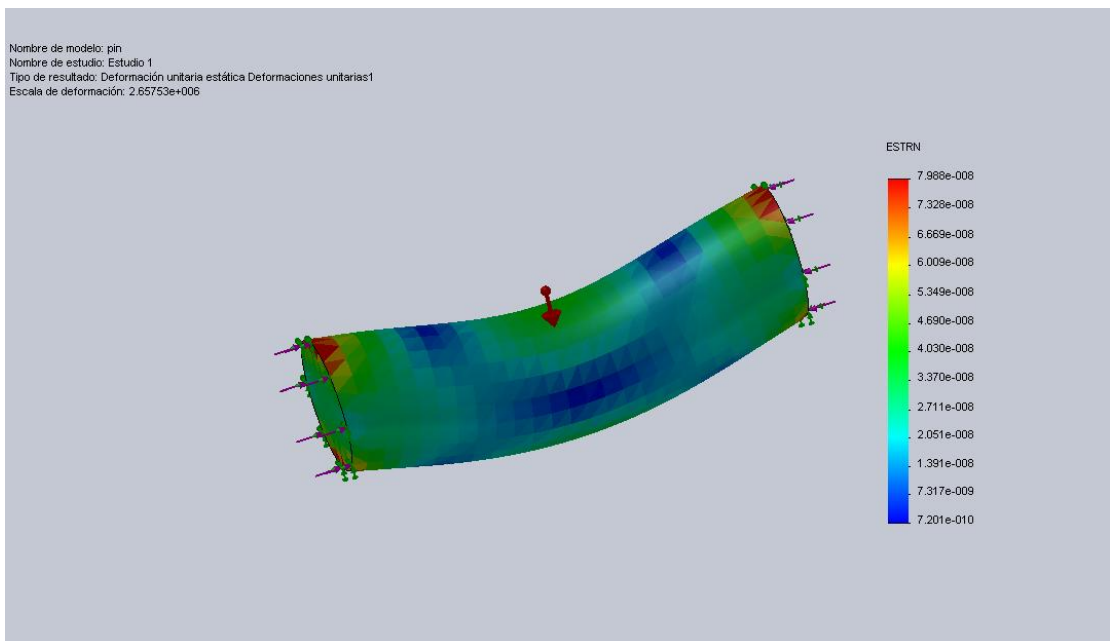


Figura 3.23 Pin - Deformaciones

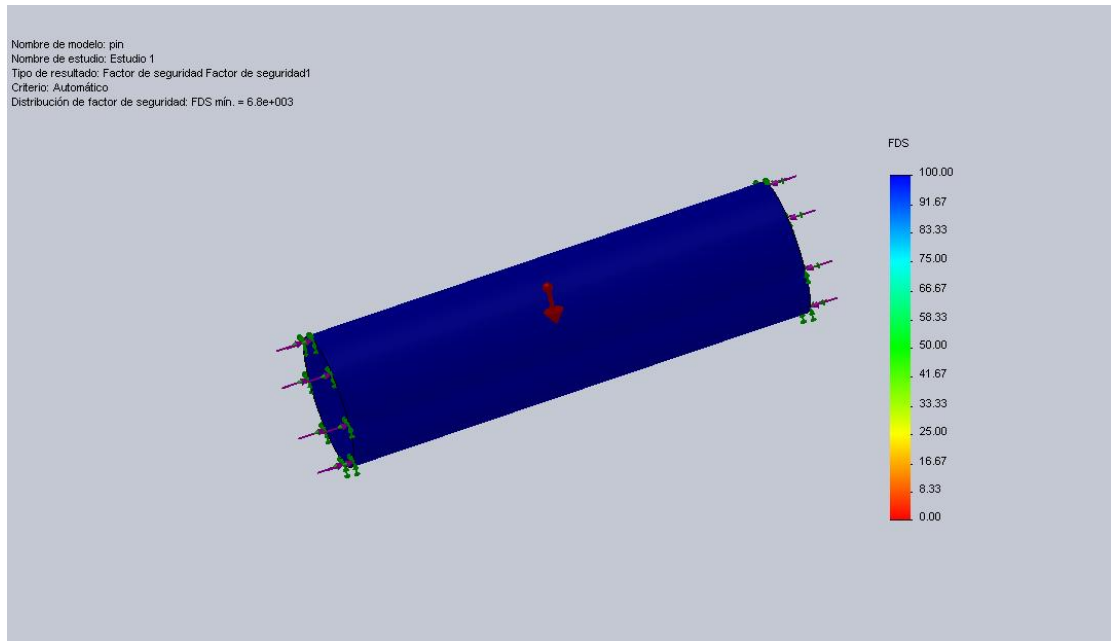


Figura 3.24 Pin - Factor de seguridad

6. El factor de seguridad mínimo es $6.8e+003$ con este material lo cual está sobre el factor puesto como parámetro de diseño por lo que escogemos este material Acero inoxidable (ferrítico) para la construcción del Pin.
7. Este procedimiento se repite para la selección y construcción del Pin del Brazo, el cual dará como resultado todos los parámetros ideales para la fabricación.

3.4.DISEÑO DE RESORTES

Un resorte es un operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir ninguna deformación permanente cuando cesan las fuerzas a las que es sometido.

Son fabricados de diferentes materiales, como acero al carbono, acero inoxidable, acero al cromo silicio, cromo-vanadio, bronce, plástico, entre otros, materiales

que deben tener propiedades elásticas y que se los pueda conseguir de gran diversidad de formas y dimensiones.

3.4.1. TENSION Y DEFLEXIÓN PARA RESORTES HELICOIDALES DE COMPRESIÓN

Por lo tanto el resorte de compresión que necesitamos ya que soporta cargas, escogimos un resorte de 18mm de diámetro de espira, con 4 revoluciones y 1,5mm de diámetro del alambre, será aplicado en los pernos y servirá para regresar el perno a su posición inicial.

Para calcular el esfuerzo cortante en el resorte ocupamos la siguiente fórmula:

$$\tau = \frac{8KFD_m}{\pi D_w^3} = \frac{8KFC}{\pi D_w^2}$$

Donde:

D_w : Diámetro del alambre

D_m : Diámetro medio

K : Factor Wahl

F : Fuerza

C : Índice del resorte

τ : Esfuerzo cortante Máximo

Para la deflexión lineal tenemos la siguiente fórmula:

$$f = \frac{8FD_m^3 N_a}{GD_w^4} = \frac{8FC^3 N_a}{GD_w}$$

Donde:

f : Deflexión lineal

N_a : Número de espiras activas

G : Módulo de elasticidad cortante

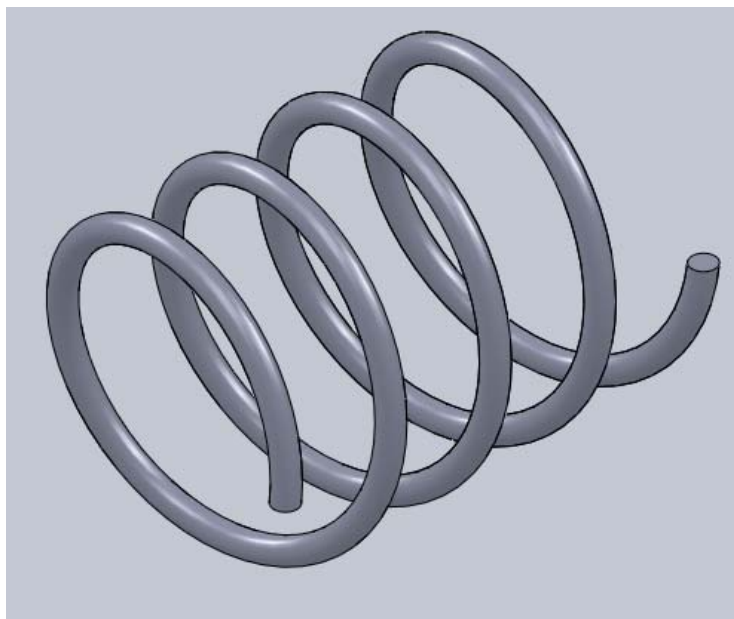


Figura 3.29

3.5.DISEÑO DEL PORTA CUCHILLAS

El diseño de Porta Cuchillas es indispensable tener en cuenta que es el que va a soportar cargas cortantes verticales, para lo que es necesario la utilización del Software, en el cual nos indica las tensiones que se produce, el desplazamiento del material y la deformación que esta puede tener en caso de que el material no sea adecuado.

3.5.1. TENSION POR ESFUERZO DE CORTE VERTICAL

El esfuerzo cortante vertical que sufren las cuchillas se puede calcular con:

$$\tau = VQ/It \text{ }^{12}$$

Tenemos:

τ	Esfuerzo cortante máximo
V	Esfuerzo Vertical
Q	Momento estático o Primer momento del área
I	Momento de inercia rectangular de la sección transversal de la viga
t	Espesor del perfil en el lugar en el que se va a calcular el esfuerzo cortante

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

Donde:

A_p	Parte del área de la sección arriba del lugar donde se va a calcular el esfuerzo
\bar{y}	Distancia del eje neutro de la sección al centroide del área A_p

Para las cuchillas el momento de inercia se debe utilizar el de área rectangular con la siguiente fórmula:

$$I = th^3/12$$

¹² Robert L. Mott : Diseño de Elementos de Máquinas; PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006; pág. 102

3.5.2. FÓRMULAS ESPECIALES PARA LA TENSIÓN POR ESFUERZO DE CORTE

Al saber que para las cuchillas se debe calcular como área rectangular podemos tomar mano de la siguiente fórmula especial:

$$\tau_{max} = 3V/2A$$

Donde: A = Superficie transversal total de la viga

3.5.3. SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la selección de materiales a ocupar en el porta cuchillas también se utiliza el Software CAD SolidWork 2009, el mismo que se utilizo en diseños anteriores

El procedimiento para el inicio de la selección de materiales es el mismo de diseños anteriores que van del paso 1 al 4

1. Para el estudio escogemos AISI 4340 Acero normalizado que tiene las siguientes características.¹³

Nombre de material:	AISI 4340 Acero normalizado
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises

Tabla 3.10

¹³ SolidWorks 2009; Archivos de biblioteca; solidworks materiales

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.9733e+007	psi	Constante
Coefficiente de Poisson	0.32	NA	Constante
Módulo cortante	1.1603e+007	psi	Constante
Densidad	0.2836	lb/in ³	Constante
Límite de tracción	1.6099e+005	psi	Constante
Límite elástico	1.0298e+005	psi	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	6.8333e-006	/Fahrenheit	Constante
Conductividad térmica	0.00059518	BTU/(in.s.F)	Constante
Calor específico	0.11347	Btu/(lb.F)	Constante

Tabla 3.11

2. Colocamos las sujeciones en este caso de geometría fija.

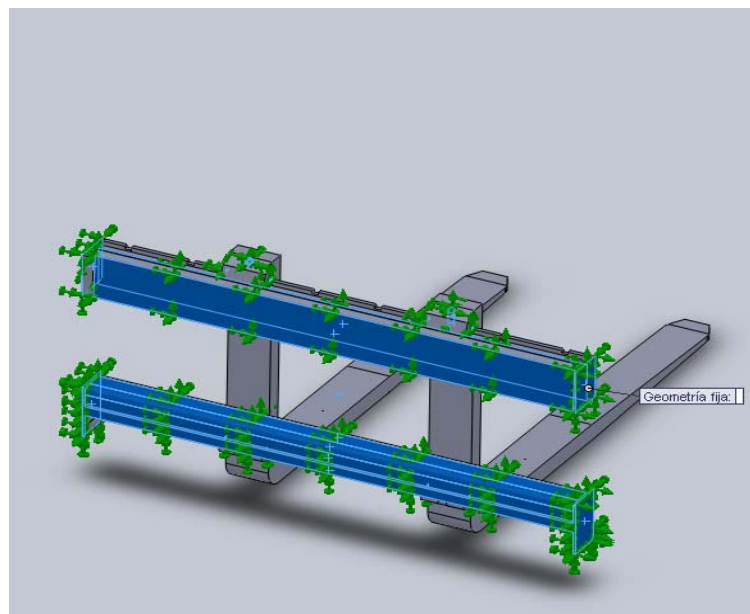


Figura 3.30

- Colocamos las fuerzas que tiene que resistir las cuchillas y el lugar en donde va ser aplicada, además tomamos en cuenta la gravedad.

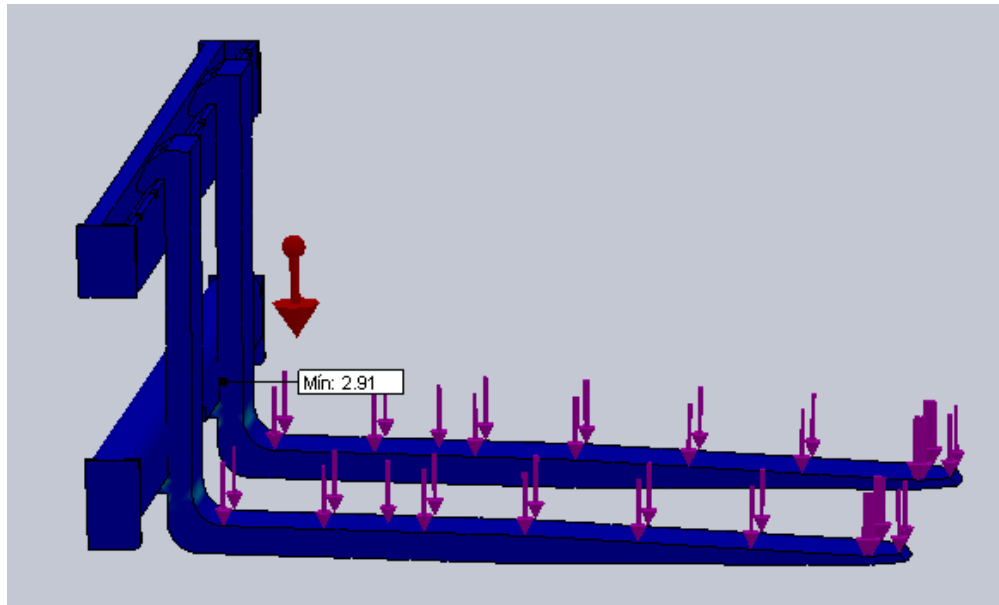


Figura 3.31

- Escogemos la opción ejecutar para iniciar el análisis
- La Minicargadora tiene la capacidad de levantar 3000lb, por lo tanto la cuchilla debe soportar una carga de 1500lb, puede ceder como máximo en su parte extrema 6.76 mm y debe tener un factor de seguridad mayor o igual a 2.9
- Obtenemos los resultados del análisis:

Nombre	Tipo	Mín. (MPa)	Máx. (MPa)
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	4.3838e-009	244.395
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	6.75966 mm

Tabla 3.12

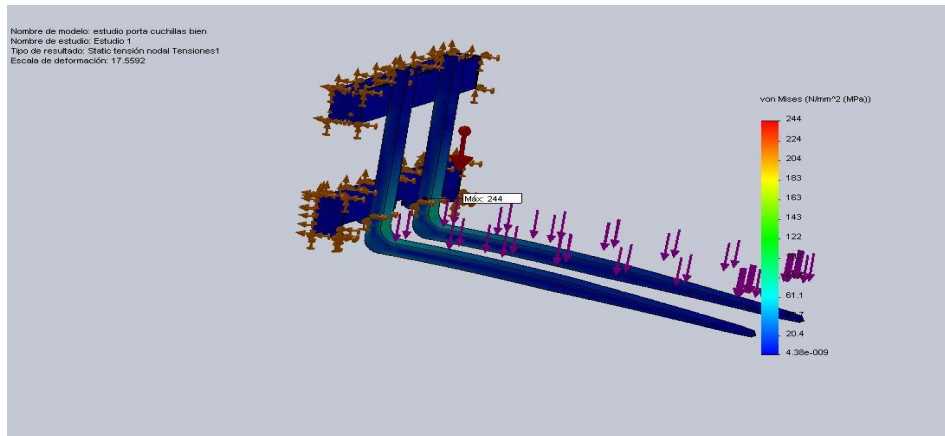


Figura 3.32 Porta Cuchillas - Tensiones

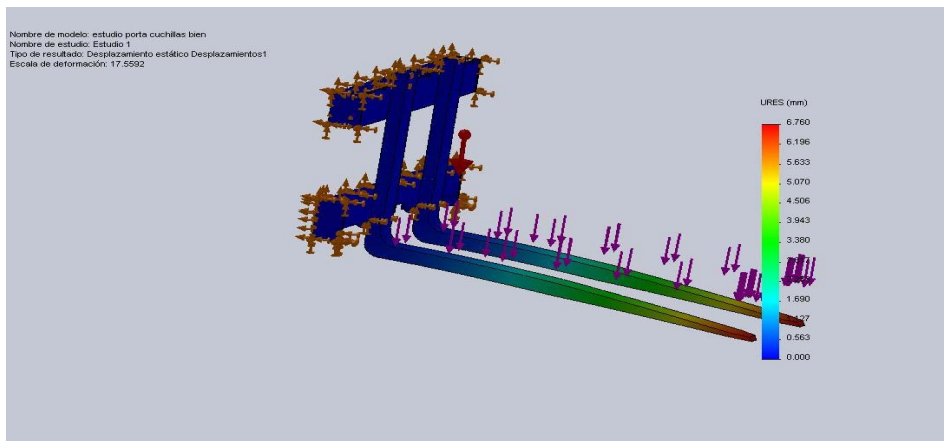


Figura 3.33 Porta Cuchillas Desplazamiento

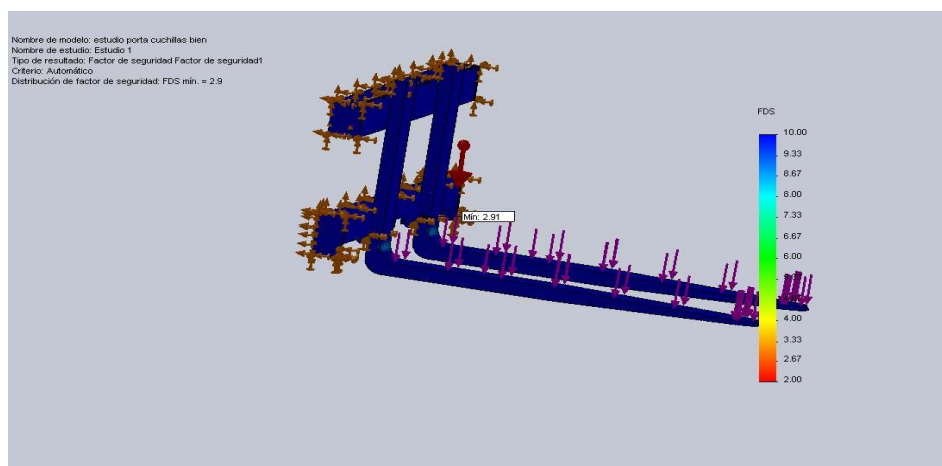


Figura 3.34 Porta Cuchillas Factor de seguridad

7. El factor de seguridad mínimo es 2.91 con este material lo cual está sobre el factor puesto como parámetro de diseño por lo que escogemos este material (AISI 4340 Acero normalizado) para la construcción del Porta Cuchillas.

3.6. TIPO DE SOLDADURA¹⁴

Por el material que hemos escogido la soldadura de arco eléctrico es la más recomendable es decir podemos realizarlo con los procesos de soldadura SMAW (Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido) o GMAW (Soldadura por arco eléctrico con protección gaseosa). De los dos procesos antes mencionados escogemos el proceso SMAW por existir mayor facilidad de realizar el proceso.

3.6.1. SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO

La corriente eléctrica circula a través del electrodo, ésta presenta una resistencia al paso de la corriente lo cual produce una generación de calor. El calor en la suelda SMAW procede del arco eléctrico que se produce al saltar la electricidad a través del aire de la punta del electrodo hasta el metal base.

El aire puede causar fallas en la soldadura para evitar el ingreso de aire al baño de suelda se utiliza electrodos revestidos, cuyo revestimiento es el encargado de evitar que se contamine.

3.6.2. ELECTRODOS

Es una varilla metálica, de composición aproximada a la del metal a soldar y recubierta con una sustancia (revestimiento), los revestimientos son de diferentes

¹⁴ Joseph W. Gianchino, William Weeks: Técnica y Práctica de la Soldadura; Editorial REVERTÉ S.A., 1998

tipos tales como celulosa, silicato sódico, silicato potásico, óxido de titanio, óxidos de hierro, hierro en polvo, etc. Cada uno desarrolla una determinada función durante el proceso de soldeo.

Para soldar los material que hemos escogido (Acero AISI 4340 y Acero ASTM A36) es necesario utilizar los electrodos E-6013 y E-7018 (**Ver Anexo C**) que son ideales para suministrar una buena estabilidad de arco, un cordón de soldadura liso, una buena velocidad de depósito, escasez de proyecciones, máxima resistencia y fácil eliminación de escoria.

Funciones del Revestimiento:

1. Actúa como agente limpiador y desoxidante del baño de fusión.
2. Liberar gases inertes que protejan el baño de fusión contra la oxidación y nitruración atmosférica.
3. Formar sobre el metal depositado una capa de escoria que lo proteja hasta que se haya enfriado lo suficiente para que no se contamine por la atmosfera que lo rodea.
4. Facilitar el cebado y el mantenimiento del arco y reducir las proyecciones.
5. Permitir una mejor penetración y facilitar la consecución de una calidad de soldadura que supere el control radiográfico.

3.6.3. REGLAS Y SEGURIDAD ANTES DE SOLDAR.

Para asegurar una soldadura de calidad debemos tomar en cuenta 5 factores:

1. Electrodo adecuado
 - Según el material a soldar
2. Limpieza de la superficie a soldar
 - Eliminar el óxido, pintura, aceites, grasas y cualquier tipo de impurezas.

3. Longitud de arco correcta
 - Arco de buena longitud para evitar grandes glóbulos (arco demasiado largo), o falta de calor de fundición (arco demasiado corto)
4. Intensidad de corriente adecuada
 - Corriente muy alta funde el material demasiado rápido, en cambio si es demasiado baja no lo funde.
5. Velocidad de avance conveniente
 - Demasiado rápido el baño no permanece líquido el tiempo suficiente para desprenderse de impurezas, muy lento el material se amontona
6. Buena posición del electrodo
 - Se debe tratar de mantener un ángulo de inclinación longitudinal (Entre el electrodo y el cordón de soldadura) de 15° a 30°.

En tanto a la seguridad es necesario:

- Instalar los equipos según indica el fabricante
- Conocer la ubicación del interruptor de la máquina para cortar la corriente de ser necesario
- No hacer reparaciones en el equipo mientras está conectado
- No utilizar porta electrodos con conexiones flojas o mal aisladas
- No cambiar la polaridad cuando la máquina esta bajo carga.
- Evitar soldar en lugares húmedos o con ropa y manos mojadas
- No cebar el arco frente a personas sin protección visual
- No coger con las manos piezas recién soldadas
- Utilizar gafas o pantallas protectoras cuando se vaya a esmerilar, amolar, o picar la pieza soldada
- Utilizar siempre equipo de protección personal
- Apagar la máquina y colocar el porta electrodos en un lugar seguro, cuando se haya finalizado la soldadura

3.7.CÁLCULO ESTRUCTURAL

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:

3.7.1. PROPIEDADES DEL ESTUDIO

Nombre de estudio	Cálculo Estructural
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin

Tabla 3.13

3.7.2. UNIDADES:

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	M
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Tabla 3.14

3.7.3. PROPIEDADES DE MATERIAL:

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa
1	Uña-1	[SW]AISI 4340 Acero normalizado	49.1436 kg
2	Uña-2	[SW]AISI 4340 Acero normalizado	49.1436 kg
3	Acople Universal	[SW]ASTM A36 Acero	70.4168 kg
4	Brazo1	[SW]ASTM A36 Acero	381.672 kg
5	Brazo2	[SW]ASTM A36 Acero	381.672 kg
6	Espaldar	[SW]ASTM A36 Acero	134.289 kg
7	ejepiston-1	[SW]ASTM A36 Acero	3.76906 kg
8	ejepiston-2	[SW]ASTM A36 Acero	3.76906 kg
9	ejepiston2-1	[SW]ASTM A36 Acero	6.97775 kg
10	ejepiston2-2	[SW]ASTM A36 Acero	6.97775 kg
11	pin-1	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	0.695075 kg
12	pin-2	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	0.695075 kg
13	pin-3	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	0.695075 kg
14	pin-4	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	0.695075 kg
15	pin-5	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	0.695075 kg
16	pin-6	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	0.695075 kg
17	pinbrazo-1	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	1.23899 kg
18	pinbrazo-2	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	1.23899 kg
19	pinbrazo-3	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	1.23899 kg
20	pinbrazo-4	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	1.23899 kg
21	pinbrazo-5	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	1.23899 kg
22	pinbrazo-6	[SW]Acero inoxidable (ferrítico)	1.23899 kg
23	piston1 carcaza-1	[SW]ASTM A36 Acero	16.3959 kg
24	piston1 carcaza-2	[SW]ASTM A36 Acero	16.3959 kg
25	piston2 carcaza-1	[SW]ASTM A36 Acero	13.67 kg
26	piston2 carcaza-2	[SW]ASTM A36 Acero	13.67 kg

Tabla 3.15

3.7.4. CARGAS Y RESTRICCIONES:

3.7.4.1. Sujeción

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones
Sujeción-1 <pinbrazo-6, pinbrazo-5, pin-4, pinbrazo-3, pinbrazo-1, pin-3, pinbrazo-2, pin-6, pinbrazo-4, pin-1, pin-2, pin-5>	Activar 1 Arista(s), 21 Cara(s) fijo.
Sujeción-2 <Uña-2, Uña-1>	Activar 24 Arista(s) fijo.
Sujeción-3 <acople universal1-1, Espaldar-1>	Activar 1 Arista(s), 21 Cara(s) fijo.

Tabla 3.16

3.7.4.2. Carga

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga
Fuerza/Torsión-1 <Uña-1, Uña-2>	activar 6 Cara(s) aplicar fuerza normal 1500 lb utilizando distribución uniforme	Carga secuencial

Tabla 3.17

3.7.5. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Nombre	Tipo	Mín. N/m ²	Máx. N/m ²
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0	2.06774e+008
Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0 m	0.00617951 m

Tabla 3.18

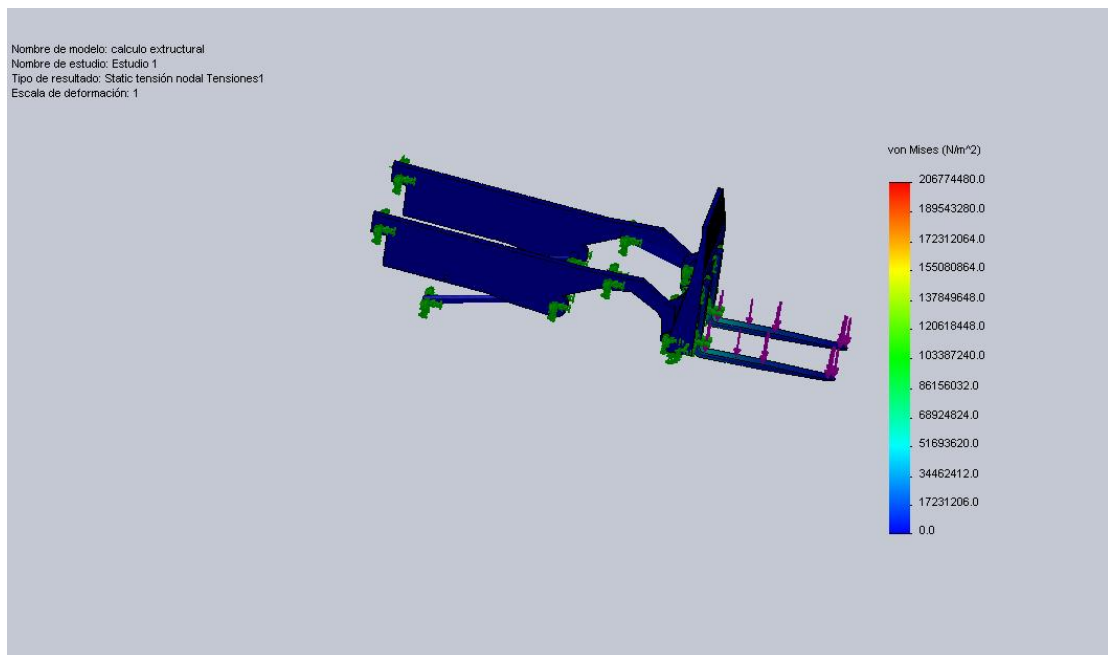


Figura 3.35 Cálculo Estructural - Tensiones

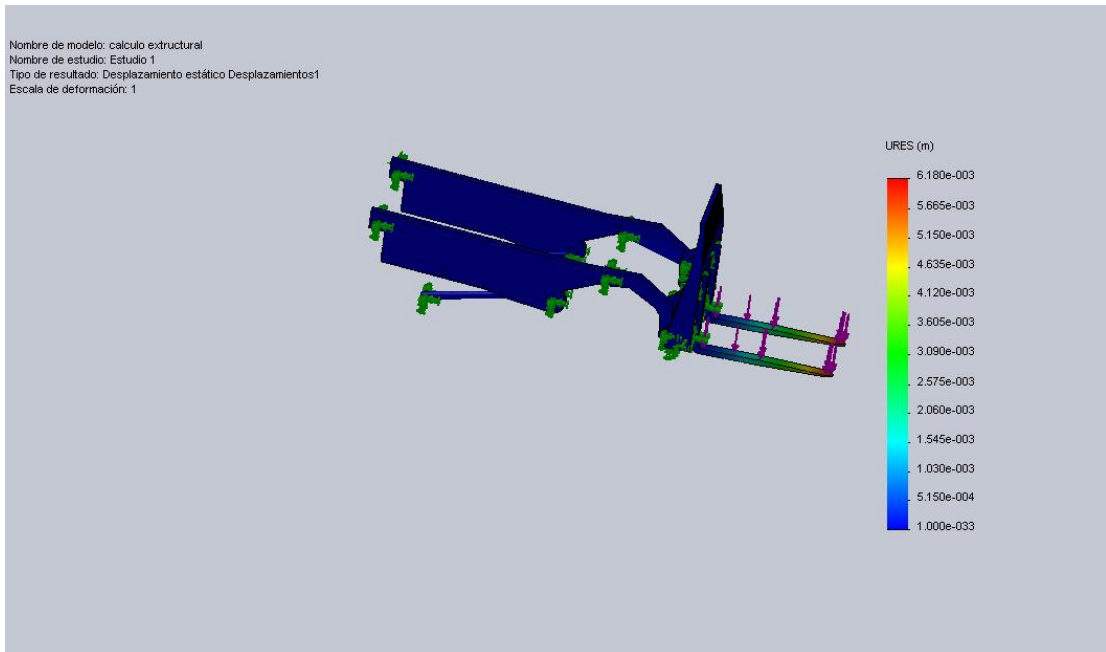


Figura 3.36 Cálculo Estructural - Desplazamientos

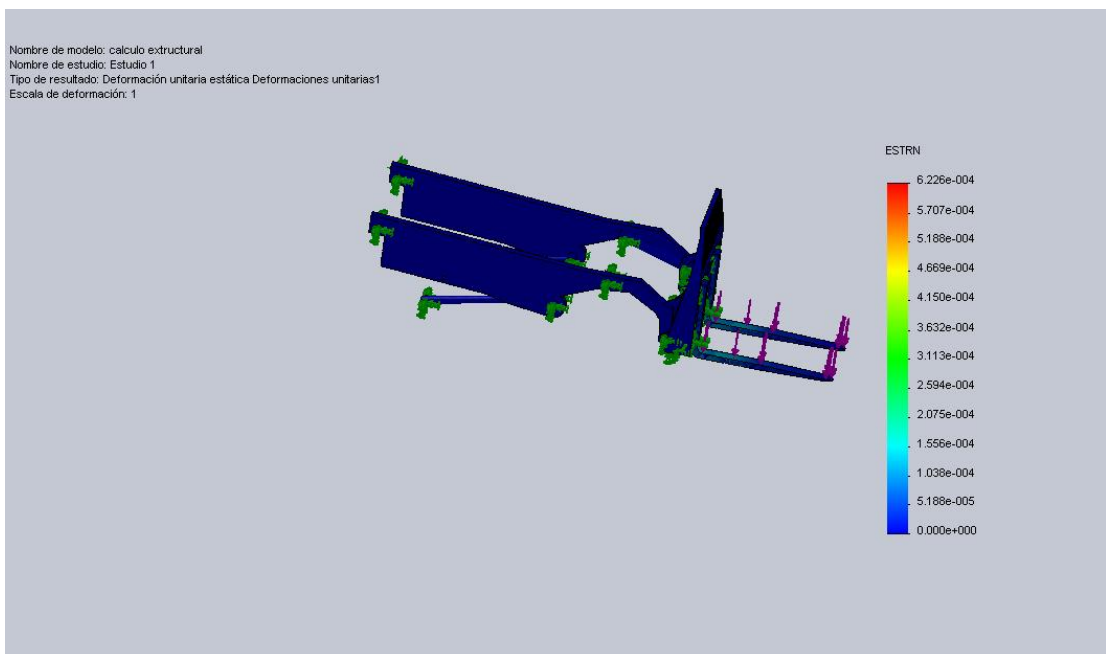


Figura 3.37 Cálculo Estructural - Deformaciones Unitarias

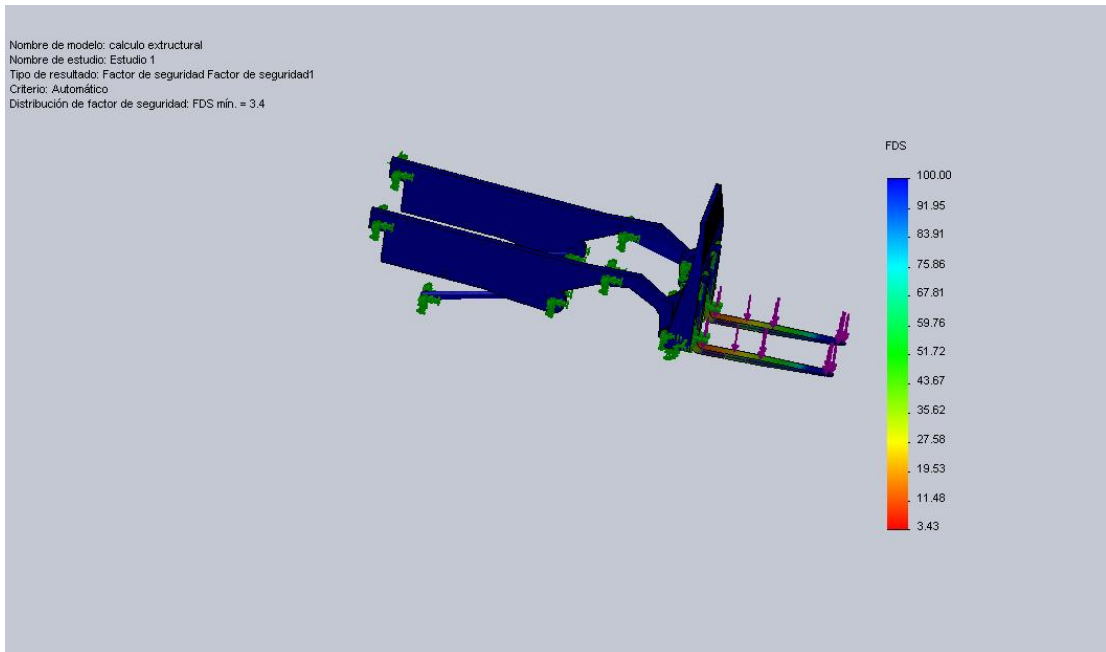


Figura 3.38 Cálculo Estructural - Factor de seguridad

3.8. SELECCIÓN DE PERNOS

Para la selección de pernos necesitamos un perno que en su parte inferior tenga la forma y dimensión de los agujeros de fijación que se encuentran en el porta uñas y además que permita la implementación del resorte que ayudará al retorno del perno a la posición inicial y que ingrese en los soportes superiores de las uñas por lo tanto tomando en cuenta estas condiciones hemos escogido el siguiente perno.

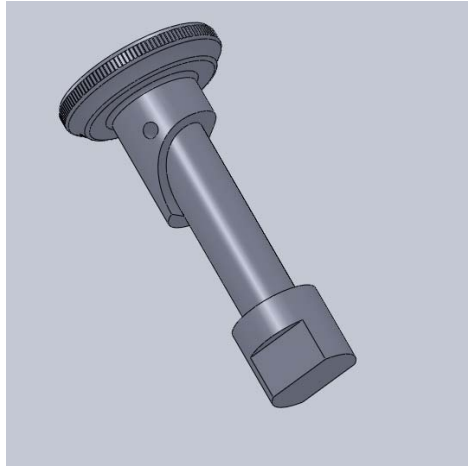


Figura 3.39

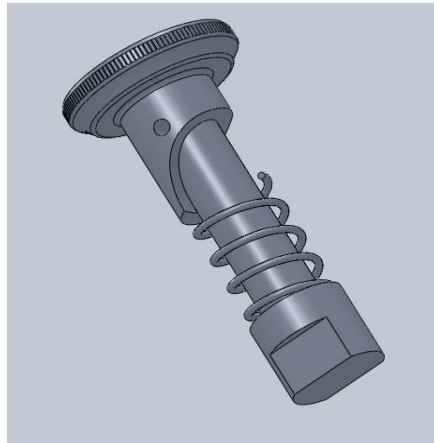


Figura 3.40

CAPÍTULO IV

IV. CONSTRUCCIÓN DE LA HORQUILLA PARA LA MINICARGADORA CAT 226B.

4.1. CONSTRUCCIÓN DE LAS CUCHILLAS

Con el respectivo análisis realizado en el capítulo anterior se da paso a la construcción de las cuchillas tomando en cuenta los resultados obtenidos.

Las cuchillas se construirán de Acero AISI 4340 normalizado.

Para la construcción se seguirá el siguiente proceso, el cual ha tomado en cuenta las recomendaciones de varios técnicos:

1. Adquirir una barra de perfil cuadrado AISI 4340 Acero normalizado con las siguientes medidas 100 x 50 x 4000(mm)
2. Cortar la barra en las medidas necesarias para la cuchilla (1714mm)
3. Doblar de un ángulo de 90° según plano.
VER ANEXO D
4. Construir los ángulos de apoyo y agarre.
VER ANEXO E ANEXO E1
5. Colocar los ángulos de apoyo bajo medidas para reforzarlos con suelda SMAW y electrodo E-6013 para el punteo y E-7018 para el soldeo final luego de comprobar las medidas.



Figura 4.1 Suelda de ángulos



Figura 4.2 Suelda de ángulos de agarre

6. Pulir con moladora para dar un buen acabado a la suelda.



Figura 4.3 Ángulos pulidos

7. Dar forma por medio de moladora bajo medidas.



Figura 4.4 Construcción de uñas

8. Pulir para eliminar escoria



Figura 4.5 Eliminación de escorias

9. Cepillar y eliminar impurezas.



Figura 4.6 Preparación de uñas para dar fondo

10. Dar fondo gris utilizando compresor y pistola de pintura.



Figura 4.7 Fondeado de uñas

11. Pintar las cuchillas de color negro acrílico con brillo.



Figura 4.8 Pintado de uñas

4.2.CONSTRUCCIÓN DEL ESPALDAR

Siendo el espaldar la parte que consta de mayor numero de piezas y en el que se colocaran las demás partes del montacargas, se debe tener especial cuidado en las sueldas y en la ubicación según las medidas del plano.

VER ANEXO F

1. Comprar una plancha de acero ASTM A36 de 5mm de espesor
2. Cortar la plancha utilizando corte por plasma según las medidas establecidas

3. Dar forma a la base principal.
4. Dar forma a la base lateral



Figura 4.9 Base lateral

5. Construcción de dos respaldares bajo estrictas medidas.
6. Cortar por plasma los huecos donde entrará el seguro del soporte universal.
7. Doblar con una inclinación igual a la del soporte



Figura 4.10 Respaldar

8. Corte de platina que irá sobre los respaldares según medidas.
9. Colocación de la base principal utilizando escuadra y punteada en la ubicación según el plano.
10. Acoplación de respaldares en su ubicación según medidas y bajo escuadra, puntear con el E-6013
11. Colocar la platina sobre los respaldares.
12. Troquelar la platina y construir las dos rejillas bajo medidas
13. Cortar una platina y dar ángulo para la parte superior



Figura 4.11 Ángulo superior

14. Comprobación de medidas, que esté a escuadra y proceder a soldar.



Figura 4.12 Ensamblaje

4.3. CONSTRUCCIÓN DEL PORTA CUCHILLAS

Uno de los elementos importantes dentro del diseño es el Portacuchillas, este albergará a las cuchillas, soporta cargas cortantes por lo que se construirá de Acero AISI 4340 normalizado.

1. Adquirir una barra de las siguientes medidas 111 x 10x 1145(mm)
2. Perforar orificios de seguridad de las siguientes medidas de 15.5mm de ancho y 7.5 mm de altura.



Figura 4.13 Diseño PortaCuchillas

3. Limado de asperezas.
4. Construcción de la base inferior en forma de U en el centro de esta base, realizar un orificio por donde ingresará los ángulos de apoyo, con las siguientes medidas: 95mm de ancho y 25mm de altura.

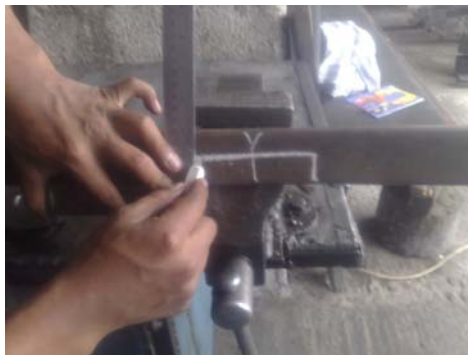


Figura 4.14 Orificio de la base inferior

5. Ensamblaje del espaldar siguiendo las medidas del plano.

VER ANEXO F

6. Comprobación de soldadura de elementos.

NOTA: Luego de comprobar las medidas tanto en el espaldar como en el porta cuchillas reforzar sueldas utilizando electrodo E-7018 y ensamblaje todas las partes.

Fondeado y pintado de portacuchillas.



Figura 4.15 Proceso de fondeado y pintura

4.4.CONSTRUCCIÓN DE LOS PINES

Los pines que utilizaremos ya vienen colocados en la Minicargadora, los cuales hemos analizado con el Software para comprobar que resistirán las cargas aplicadas

en las cuchillas. Dichos pines aprobaron el análisis por lo que no se necesita construir pines nuevos.

VER ANEXO G

4.5.CONSTRUCCIÓN DE RESORTE

Se necesita un resorte helicoidal de compresión de 27.5mm con 4 revoluciones y un diámetro de alambre de 1.5mm el cual se envió a construir bajo medidas del plano.

VER ANEXO H

CONSTRUCCION DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B

 METODO ACTUAL.

 MÉTODO PROPUESTO.

FECHA: 05 - 01 - 2010

 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE:
CUCHILLAS

 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:
CONSTRUCCION

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS
	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO.	
<input type="radio"/> OPERACIONES	11						ESTUDIADO POR: ALBERTO MERIZALDE FRANCISCO CHUQUI
<input type="checkbox"/> TRANSPORTE	2						
<input type="checkbox"/> INSPECCIONES	11						
<input type="checkbox"/> RETRASOS							
<input type="checkbox"/> ALMACENAM	1						
DIST RECORRIDA.	FT		FT		FT		

PASO	DETALLES DEL PROCESO	MÉTODO	OPERACIÓN. TRANSPORTE. INSPECCIÓN. RETRASO. ALMACENAMIENT O.	DIST. EN. KM	CANTIDAD	TIEMPO HORA/UNI	CÁLCULO DE TIEMPO/COSTO
1	ADQUISICIÓN DE MATERIALES	AUTO	<input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1		
2	MEDICIÓN ENS BARRA DE ACERO	FLEXOMETRO CALIBRADOR	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		11		
3	CORTE	PLASMA	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		2		
4	DESBASTE	MOLADORA	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		2		
5	DOBLADO	PRENSA	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		2		
6	PERFORADO	TALADRO DE PEDESTAL	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		2		
7	MEDICIONES		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		11		
8	SOLDADO	SMAW	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		4		
9	PULIDO	MOLADORA	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		4		
10	LIMPIEZA	CEPILLO	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		2		
11	FONDO	GRIS	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		3		
12	PINTURA	NEGRA BRILLANTE	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		2		
13	ALMACENAMIENTO	TALLER	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		1		

CONSTRUCCION DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B

 METODO ACTUAL.

 MÉTODO PROPUESTO.

FECHA: 19 - 01 - 2010

 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE:
ESPALDAR

 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:
CONSTRUCCION

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS
	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO.	
<input type="radio"/> OPERACIONES	14						
<input type="radio"/> TRANSPORTE	2						
<input type="checkbox"/> INSPECCIONES	14						
<input type="checkbox"/> RETRASOS							
<input type="checkbox"/> ALMACENAM	1						
DIST RECORRIDA.	FT		FT		FT		ESTUDIADO POR: ALBERTO MERIZALDE FRANCISCO CHUQUI

PASO	DETALLES DEL PROCESO	MÉTODO	MÉTODOS DE SELECCIÓN					DIST. EN. KM	CANTIDAD	TIEMPO HORA/UNI	CÁLCULO DE TIEMPO/COSTO
			OPERACIÓN.	TRANSPORTE.	INSPECCIÓN.	RETRASO.	ALMACENAMIENTO.				
1	ADQUISICIÓN DE MATERIALES	AUTO	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
2	MEDICIÓN ENS PLANCHA ACERO	FLEXOMETRO CALIBRADOR	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12		
3	CORTE	PLASMA TROQUEL	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
4	DESBASTE		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
5	DOBLADO	PRENSA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
6	PERFORADO	TALADRO DE PEDESTAL	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
7	MEDICIONES		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12		
8	SOLDADO	SMAW	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
9	PULIDO	MOLADORA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
10	LIMPIEZA	CEPILLO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
11	FONDO	GRIS	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3		
12	PINTURA	NEGRA BRILLANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
13	ALMACENAMIENTO	TALLER	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1		

CONSTRUCCION DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B

 METODO ACTUAL.

 MÉTODO PROPUESTO.

FECHA: 19 - 01 - 2010

 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE:
PORTACUCHILLAS

 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:
CONSTRUCCION

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS
	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO.	
<input type="radio"/> OPERACIONES	6						
<input type="radio"/> TRANSPORTE	2						
<input type="checkbox"/> INSPECCIONES	6						
<input type="checkbox"/> RETRASOS							
<input type="checkbox"/> ALMACENAM	1						
DIST RECORRIDA.		FT		FT		FT	ESTUDIADO POR: ALBERTO MERIZALDE FRANCISCO CHUQUI

PASO	DETALLES DEL PROCESO	MÉTODO	OPERACIÓN. TRANSPORTE. INSPECCIÓN. RETRASO. ALMACENAMIENTO.					DIST. EN. KM	CANTIDAD	TIEMPO HORA/UNI	CÁLCULO DE TIEMPO/COSTO
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
1	ADQUISICIÓN DE MATERIALES	AUTO	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
2	MEDICIÓN ENS PLANCHA ACERO	FLEXOMETRO CALIBRADOR	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3		
3	CORTE	SIERRA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
4	DESBASTE	LIMA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1		
5	DOBLADO		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
6	PERFORADO	SIERRA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6		
7	MEDICIONES		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3		
8	SOLDADO	SMAW	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
9	PULIDO	MOLADORA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
10	LIMPIEZA	CEPILLO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
11	FONDO	GRIS	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3		
12	PINTURA	NEGRA BRILLANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
13	ALMACENAMIENTO	TALLER	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1		

CONSTRUCCION DE UNA HORQUILLA PARA MINICARGADORA CATERPILLAR 226B

 METODO ACTUAL.

 MÉTODO PROPUESTO.

FECHA: 19 - 01 - 2010

 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE:
PORTACUCHILLAS

 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:
CONSTRUCCION

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS
	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO.	
<input type="radio"/> OPERACIONES	3						ESTUDIADO POR: ALBERTO MERIZALDE FRANCISCO CHUQUI
<input type="radio"/> TRANSPORTE	2						
<input type="checkbox"/> INSPECCIONES	1						
<input type="radio"/> RETRASOS							
<input type="radio"/> ALMACENAM	1						
DIST RECORRIDA.	FT		FT		FT		

PASO	DETALLES DEL PROCESO	MÉTODO	OPERACIÓN. TRANSPORTE. INSPECCIÓN. RETRASO. ALMACENAMIENTO	DIST. EN. KM	CANTIDAD	TIEMPO HORA/UNI	CÁLCULO DE TIEMPO/COSTO
1	ADQUISICIÓN DE MATERIALES	AUTO	<input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		2		
2	MEDICIÓN ENS PLANCHA ACERO	FLEXOMETRO CALIBRADOR	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		1		
3	CORTE		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
4	DESBASTE		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
5	DOBLADO		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
6	PERFORADO		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
7	MEDICIONES		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		1		
8	SOLDADO		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
9	PULIDO		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
10	LIMPIEZA		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
11	FONDO		<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				
12	PINTURA	NEGRA BRILLANTE	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		2		
13	ALMACENAMIENTO	TALLER	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>		1		

CAPÍTULO V

V.ADAPTACIÓN Y PRUEBAS

5.1.CARACTERÍSTICAS DEL ACCESORIO.

La horquilla es un accesorio que permite que una persona pueda levantar y colocar con precisión cargas grandes y pesadas con poco esfuerzo.

La horquilla montacargas es una herramienta utilizada para servicios de cargue y descargue de herramientas, equipos, materiales o piezas pesadas.

Formado por los siguientes elementos:

- Cuchillas
- Espaldar
- Porta Cuchillas
- Pernos de seguridad

5.1.1. CUCHILLAS.

Es la parte de mayor dureza y resistencia ya que recibe directamente la carga. Su diseño está pensado para mayor facilidad, mejor maniobrabilidad al momento de carga y descarga.

El cambio de posición de las cuchillas nos permite variar los puntos de sujeción para lograr un equilibrio adecuado de la carga.

5.1.2. ESPALDAR.

Tiene la función de proteger al conductor de un posible resbalamiento de la carga, al mismo tiempo que ayuda a la sujeción y equilibrio.

Su diseño no obstruye la visibilidad del conductor, para que tenga control total de los movimientos necesarios.

El espaldar alberga al Porta Cuchillas.

5.1.3. PORTA CUCHILLAS

En esta parte de la horquilla descansan las cuchillas, consta de unos canales en donde se fijaran los ángulos de apoyo y agarre para evitar que se desprendan las mismas.

Además el Porta Cuchillas incluye unas perforaciones donde se fijarán los pernos de seguridad, además permitirán variar la abertura de las cuchillas a diferentes posiciones.

El Porta Cuchillas es el segundo elemento que soporta las cargas, por lo que se lo construyó del mismo material que las cuchillas.

5.1.4. PERNOS DE SEGURIDAD.

Son los que fijan las cuchillas al porta cuchillas, ingresan en las perforaciones del porta cuchillas y se encuentran ubicados en el ángulo de agarre de la cuchilla.

Los pernos constan de un resorte que lo hará regresar a su posición original luego de utilizarlos para modificar la posición de la cuchilla.

Además se los puede desarmar para reemplazar el resorte cuando haya perdido sus propiedades.



Figura 5.1 Horquilla acoplada

5.2.DESACOPLAR CUCHARÓN DE LA MINICARGADORA.

Por el peso de los accesorios que vamos a desacoplar se recomienda tener extremo cuidado para evitar lesiones personales o daños a los accesorios y Minicargadora.

1. Ubicar la Minicargadora en un lugar plano y despejado



Figura 5.2 Cucharon

2. Asentamos el cucharón en su totalidad en la superficie plana, cuidando la parte frontal y posterior se encuentren bien asentadas.



Figura 5.3 Cucharon asentado

3. Levantamos los seguros del acople universal



Figura 5.4 Seguros del acople universal

4. Lentamente con la palanca Universal derecha que controla la Subida/Bajada y la inclinación del cargador, empujamos el cucharón hacia adelante hasta que este se desacople por completo.



Figura 5.5 Seguro levantado

5. Con la palanca Universal Izquierda que controla la velocidad de desplazamiento y el sentido de movimiento en avance o retroceso de la maquina, retrocedemos la Minicargadora y queda completamente desacoplado el cucharón.



Figura 5.6 Cucharon desacoplado

6. Maniobramos a conveniencia la inclinación del acople universal, el cual estará totalmente disponible para realizar el acoplamiento de cualquier otro accesorio.



Figura 5.7 Acople universal

5.3.ACOPLAMIENTO DE LA HORQUILLA

La horquilla a ser acoplada consta de un peso considerable, debido a su material de construcción, para lo cual se debe tener cuidado para evitar lesiones o daños en el accesorio y la Minicargadora.

1. Ubicar el espaldar en un lugar amplio y con pequeñas alzas para su mejor acoplamiento.



Figura 5.8 Espaldar

2. Desplazar la Minicargadora con una inclinación adecuada del acople universal hacia el espaldar.



Figura 5.9 Proceso de acoplamiento del espaldar

3. Acoplar en su totalidad las dos partes (acople universal y espaldar)



Figura 5.10 Espaldar acoplado

4. Levantar cuidadosamente el espaldar para que este se vaya acoplando.



Figura 5.11 Espaldar levantado

5. Una vez comprobado el acoplamiento ponemos los seguros respectivos.



Figura 5.12 Inserción de seguros

6. Ya acoplado el espaldar lo ubicamos a una altura adecuada en la cual nos permita ubicar las uñas.



Figura 5.13 Posición para acoplar las uñas

7. Con pequeñas alzas ubicamos una de las uñas cerca del espaldar para facilitar su colocación.



Figura 5.14 Uña en posición

8. Por medio del Porta Cuchillas ubicar el ángulo de apoyo de la uña.



Figura 5.15 Canales para las uñas

9. Alzar la uña y colocar el ángulo de agarre en el porta cuchillas.



Figura 5.16 Colocación de la uña

10. Desplazar la uña hacia uno de los lados, levantando el perno de seguridad para su mejor deslizamiento.



Figura 5.17 Uña ubicada

11. Repetir el proceso para la ubicación de la otra uña.



Figura 5.18 Colocación lista

12. Verificar que los pernos de seguridad estén correctamente enclavados en las canaletas del Porta Cuchillas

5.4. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A pesar de haber realizado las pruebas y obtener análisis de resultados en computadora dados por el software SolidWorks 2009 es primordial realizar pruebas reales para comprobar el buen funcionamiento y cumplimiento de su cometido para el que fue construido la horquilla.

Para iniciar con el proceso de prueba hemos tomado mano de un implemento de la Facultad de Ingeniería Automotriz y que normalmente se necesita movilizarlo, este implemento (Chasis y motor Andino) tiene un peso aproximado de 1000 lbs.

Peso que está dentro de la capacidad de la Minicargadora y además es un peso de varios implementos que existen dentro de la ESPE-L y deben ser movilizados.



Figura 5.19 Levantamiento de carga

Al realizar la prueba se comprobó que la horquilla funcionó según como se lo tenía diseñado, no presentó ninguna deformación en uñas, espaldar y porta cuchillas en el momento de aplicar la carga y movilizarla.

La horquilla permitió realizar precisamente los movimientos que necesitaba el operador, para equilibrar la carga.

El diseño de las uñas aprobó las pruebas satisfactoriamente ya que permitió ubicarlas en lugares estratégicos para la carga, manipulación y descarga.

Las sujeciones se fijaron de acuerdo a lo estimado y evitaron el desplazamiento de las uñas.

En general se puede estimar que la horquilla cumple satisfactoriamente los requerimientos para los cuales fue diseñada, sin presentar ningún problema o acción fuera de lo esperado.

5.5.GUÍAS DE PRUEBA

El proceso para realizar las pruebas es el siguiente:

1. Colocamos la carga en un lugar abierto



Figura 5.20 Carga

2. Ubicamos la Minicargadora frente al chasis, con las uñas a ras de piso.



Figura 5.21 Ubicación

3. Con la ayuda de un guía colocamos las uñas en los puntos destinados para la sujeción y posterior carga del chasis.



Figura 5.22 Guía

4. Se procede a elevar la carga muy lentamente



Figura 5.23 Levantamiento

5. Se comprueba cuidadosamente que la carga se encuentre segura.



Figura 5.24 Comprobación

6. Luego de comprobar que la carga esté segura inclinamos la horquilla hacia atrás al máximo.



Figura 5.25 Horquilla inclinada

7. Movilizamos la carga a una altura adecuada de forma cuidadosa.



Figura 5.26 Movilización

8. Por motivos de prueba elevamos más la carga.



Figura 5.27 Mayor elevación

9. Descendemos lentamente para proceder a la descarga.

10. Descargamos y retiramos la Minicargadora en reversa.



Figura 5.28 Descarga

5.6.MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y DE SEGURIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DEL MONTACARGAS

Es muy importante que se conozca el adecuado uso y las seguridades que se debe tomar para evitar lesiones serías y hasta la muerte, recordando que los accidentes son el conjunto de acciones inseguras de las personas que están a cargo de la maquinaria.

Iniciaremos mencionando que al utilizar la minicargadora CAT 226B con la horquilla acoplada se transforma en un montacargas por lo tanto se debe cumplir con **Las Normas de OSHA que regulan a los montacargas**, las reglas de seguridad desarrolladas por la Administración para la Seguridad y Salud en el Trabajo (OSHA por sus siglas en inglés) que regulan el uso seguro de los montacargas y otros “vehículos industriales motorizados” en el lugar de trabajo se pueden encontrar en el CFR 29 de la sección 1910.178.¹⁵

¹⁵ www.osha.gov

Cada año, los accidentes ocasionados por montacargas provocan 100 muertes y lesionan gravemente a 20,000 empleados. Según el Sistema Nacional de Control de Defunciones por Accidentes Traumáticos Ocupacionales [NTOF], 1,530 empleados notificaron accidentes relacionados con montacargas durante el período de 1980 a 2001. Al menos un 22% de estas muertes se ocasionaron porque los montacargas se volcaron, y un 20% porque los montacargas golpearon a los empleados a pie. Debido a que hay más de un millón de montacargas en funcionamiento en la actualidad, se debe dar prioridad a la seguridad tanto del empleado como del peatón.

Vamos a analizar punto por punto los factores de importancia para el correcto manejo y seguridad de la horquilla.

5.6.1. EL OPERADOR:

La función del conductor en el manejo de montacargas es primordial y por ello será la persona preparada y específicamente destinada a ello.

El operario es responsable de un buen uso del montacargas tanto en lo que se refiere a:

- ✓ Seguridad en general en el centro de trabajo: El conductor es responsable de las distintas situaciones que puede generar o provocar por su actuación incorrecta. (actos y condiciones inseguras)
- ✓ Vehículo y carga. El costo económico del montacargas y de las cargas manipuladas condiciona a que el operador deba ser una persona preparada y por ello responsable del equipo que maneja.

5.6.2. ANTES DE DAR MARCHA AL EQUIPO:

- ✓ Revisar nivel de aceite del motor, líquido hidráulico, agua del radiador, combustible, retirar el polvo almacenado en el purificador de aire.



Figura 5.29 Niveles de motor

- ✓ Componentes generales del motor para detectar fugas, presión y estado general de las llantas, baterías, cables, celdas, conexiones.
- ✓ Verificar que las uñas estén fijas con los pernos de seguridad.



Figura 5.30 Pernos fijos

- ✓ Inspeccionar el área de trabajo en donde se va a desplazar.

5.6.3. PUESTA EN MARCHA:

- ✓ Subir con mucho cuidado
- ✓ Verificar que no hay personas particulares cerca del equipo
- ✓ Sentarse cómodamente y colocarse la barra de seguridad.



Figura 5.31 Barra de seguridad

- ✓ Accionar la llave en el switch de encendido hasta la posición de contacto



Figura 5.32 Luces indicadoras

- ✓ Utilizar el botón de las bujías de precalentamiento de cilindros por unos 15 segundos



Figura 5.33 Botón de precalentamiento

- ✓ Accionar la llave hasta la posición de encendido y poner en marcha el motor
- ✓ Verificar el funcionamiento del equipo hidráulico
- ✓ Levantar el equipo hidráulico a 15 cm del suelo

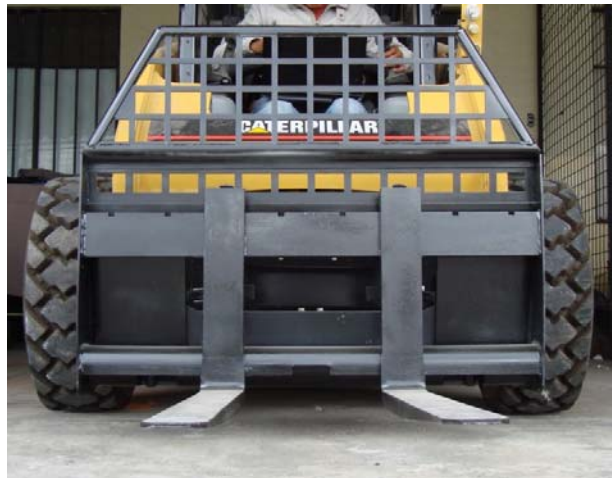


Figura 5.34 Elevación segura

- ✓ Maniobrar el montacargas a muy baja velocidad
- ✓ Observar atentamente muy bien el área por donde se desplaza
- ✓ Nunca maneje cargas en mal estado
- ✓ Reportar cualquier falla que observe



El no ubicar la barra de seguridad pudiera resultar en que el operador sea aventado hacia fuera de la jaula protectora en caso de volcadura.



El hecho de no verificar que el montacargas esté operando adecuadamente puede llevar a un accidente.

Existe un gran riesgo de lesión o muerte cuando el operador del montacargas:

- No ha recibido capacitación en cuanto a los principios físicos que permiten que el montacargas levante cargas pesadas.
- No está familiarizado con el modo en que funciona el montacargas
- Operar el montacargas de forma imprudente
- Utilizar un montacargas que no es seguro debido a que no funciona bien o a que le faltan partes.



Un operador que no ha recibido capacitación para emplear un montacargas puede resultar tan peligroso como el operador de un vehículo sin licencia.

5.6.4. MANIPULACIÓN DE LA CARGA:

Para transportar una carga de un lugar a otra debemos seguir los siguientes pasos para que se la mueva de forma segura sin poner en riesgo la carga, la minicargadora o al operador:

- La manipulación de cargas debe efectuarse guardando siempre la relación entre la carga máxima y la altura a la que se ha de transportar y descargar.
- Recoger la carga y elevarla a 15 cm. sobre el suelo.



Figura 5.35 Carga elevada

- Circular llevando la horquilla inclinada el máximo hacia atrás.



Figura 5.36 Horquilla inclinada para movilización

- Situar la minicargadora frente al lugar previsto y en posición precisa para depositar la carga.



Figura 5.37 Ubicación frente al punto de descarga

- Elevar la carga hasta la altura necesaria manteniendo la minicargadora inmóvil.
- Avanzar la minicargadora hasta que la carga se encuentre sobre el lugar de descarga.
- Situar las horquillas en posición horizontal y depositar la carga, separándose luego lentamente.



Figura 5.38 Descarga

- La circulación sin carga se deberá hacer con la horquilla baja.

Para circular por rampas se debe tomar además las siguientes precauciones.

- Si la pendiente tiene una inclinación inferior a la máxima de la horquilla se podrá circular de frente en el sentido de descenso.
- Si el descenso se ha de realizar por pendientes superiores a la inclinación máxima de la horquilla, el mismo se ha de realizar necesariamente marcha atrás.
- El ascenso se deberá hacer siempre marcha adelante.



El conducir la carga cuesta abajo pudiera resultar en la pérdida de la carga y del control del montacargas.

5.6.5. ACCIONES QUE SE DEBE TOMAR PARA EVITAR QUE LA MINICARGADORA SE VUELQUE, CAIGA HACIA ALGÚN COSTADO O DEJE CAER LA CARGA:

- Asegúrese de que la carga se encuentre estable y bien acomodada sobre las uñas.
- No incline el espaldar hacia delante excepto cuando levanta o deposita una carga.
- Tire la carga hacia atrás sólo lo suficiente para estabilizarla.
- Mantenga la carga baja, solamente un poco por encima del suelo, y con las uñas inclinadas hacia atrás cuando se esté desplazando.
- En lo posible, cruce diagonalmente las líneas férreas.
- Ingrese directamente a los ascensores.

- Mantenga la carga cuesta arriba cuando suba o baje por una superficie inclinada.
- Maneje a una velocidad que le permita detenerse de manera estable y segura.
- Disminuya la velocidad en superficies húmedas o resbaladizas.
- Disminuya la velocidad para girar.
- Evite manejar sobre objetos sueltos o en superficies con surcos o baches.

5.6.6. REVISE LA CARGA ANTES DE LEVANTARLA:

- ¿Está estabilizada o habrá partes que se deslizarán o se caerán durante el transporte?
- Asegúrela tanto como sea necesario. Los dibujos de abajo muestran algunos patrones comunes de bloqueo de la paleta.
- ¿Las dimensiones y peso de la carga se encuentran dentro del índice de capacidad, a la altura y extensión en la que va a manejarla? Si no es así, ¿puede fraccionar la carga en partes más pequeñas?



Figura 5.39 Patrones de apilado

Bloque	Ladrillo	Molinete	Patrones de Apilado Irregulares
El más común. El nivel superior puede inestabilizarse si no se ata con alambre o correa.	Los envases están entrelazados al girar cada nivel 90 grados.	Utilizado cuando el patrón tipo ladrillo es inestable.	Madera en tiras o contrachapada (plywood) o cartón pesado entre las capas pueden ayudar a estabilizar moldes, sacos, y otras figuras irregulares.

Tabla 5.1 Patrones de apilado

5.6.7. ACCIONES INSEGURAS Y QUE NO SE DEBEN REALIZAR NUNCA:

- Transportar a personas en la horquilla.



Figura 5.40 Acción insegura

- Maniobrar la minicargadora mucha velocidad
- Elevar la carga demasiado



Figura 5.41 Elevación excesiva

- Girar la minicargadora muy rápido



Figura 5.42 Perdida de carga

- Levantar cargas demasiado pesadas
- Levantar objetos demasiado grandes
- Permitir que personas no calificadas maniobren la minicargadora



Figura 5.43 Leyes

CAPÍTULO VI

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- ✓ La unión de la horquilla al acople universal de la Minicargadora fue perfecto, permitiendo el acoplamiento sin interferencia de los seguros.
- ✓ La horquilla no afecta de ninguna manera al sistema hidráulico propio de la Minicargadora, debido a que su acoplamiento es totalmente mecánico
- ✓ Los materiales elegidos cumplieron satisfactoriamente con las pruebas realizadas.
- ✓ La horquilla con su diseño y materiales está diseñada para resistir cientos de ciclos de trabajo.
- ✓ La rejilla del espaldar no impide de ninguna forma la visibilidad del operador.
- ✓ El diseño del porta cuchillas permite manipular cargas de diferentes dimensiones, simplemente variando la posición de las uñas.
- ✓ El espaldar protege al operador de cualquier resbalamiento de la carga.
- ✓ El tamaño de la horquilla es el adecuado para la carga, movilización y descarga de los implementos de los laboratorios de la ESPE-L.
- ✓ El movimiento de la horquilla permite variar los ángulos de inclinación facilitando la carga o descarga.
- ✓ La horquilla ayuda a la estabilidad de la Minicargadora para minimizar el riesgo de vuelque.
- ✓ No existe desestabilidad de la Minicargadora en la carga, movilización y descarga de grandes pesos.
- ✓ La Minicargadora mantiene todos sus movimientos y versatilidad.

6.2.RECOMENDACIONES

- ✓ Comprobar el estado de la Minicargadora antes de la puesta en marcha.
- ✓ Reportar a las autoridades competentes si se observa un mal funcionamiento o mala ubicación de la Minicargadora de forma inmediata.
- ✓ Probar que todos los movimientos de la horquilla sean normales
- ✓ Mantener limpios los canales en donde circulan las uñas para facilitar el movimiento sobre el porta cuchillas.
- ✓ Acoplar siempre entre dos personas como mínimo, para evitar lesiones y/o pérdida de tiempo.
- ✓ Evitar la manipulación de la Minicargadora por operadores sin entrenamiento.
- ✓ Maniobrar la Minicargadora a velocidades bajas este con carga o no.
- ✓ Para el proceso de carga y descarga evitar movimientos bruscos en los mandos, porque puede producir pérdida de carga.
- ✓ En la carga o descarga contar siempre con la ayuda de un guía.
- ✓ Siempre tomar en cuenta las seguridades mencionadas en el manual.

Bibliografía.

- Software de diseño de elementos mecánicos. SolidWorks2009
- Catalogo de la Minicargadora Cat 226B.
- Robert L. Mott : Diseño de Elementos de Máquinas; PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006
- R.L. Timings, Tecnología de la Fabricación, Tratamiento Térmico, procesos y máquinas herramientas: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V, México, 2005
- <http://latinamerica.cat.com/cda/layout?m=308761&x=9>
- 216B_ 226B_ 232B_ 236B_ 242B_ 246B_ 248B_ 252B_ 262B_ and 268B Skid Steer Loaders-Before Operation
- RENR4869
- Joseph W. Gianchino, William Weeks: Técnica y Práctica de la Soldadura; Editorial REVERTÉ S.A., 1998
- www.osha.gov

ANEXOS

Latacunga, Abril del 2010

LOS AUTORES:

Merizalde Aymacaña Alberto Antonio

Chuqui Barriga Francisco Alejandro

EL DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:

Dr. Rodrigo Vaca Corrales