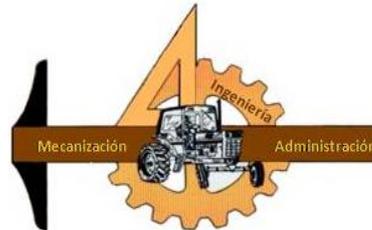




**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**MANUAL DE PRUEBAS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA EN
ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DE DOS POSTES MONTADAS A
TRACTORES AGRÍCOLAS ESTRECHOS (NARROW) PRUEBA ESTÁTICA**

**POR:
EZEQUIEL ARRIAGA RODRÍGUEZ**

**TESIS
Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Febrero de 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

**MANUAL DE PRUEBAS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA EN ESTRUCTURAS
DE PROTECCIÓN DE DOS POSTES MONTADAS A TRACTORES AGRÍCOLAS
ESTRECHOS (NARROW) PRUEBA ESTÁTICA**

POR:

EZEQUIEL ARRIAGA RODRÍGUEZ

TESIS

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Agrícola**

Aprobado por el comité de tesis

Asesor Principal

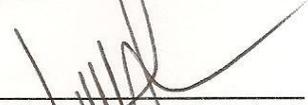


Dr. Martín Cadena Zapata



Ing. Leticia Marín Omaña

Asesor Externo



Dr. Santos Gabriel Campos Magaña

Asesor
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Coordinador de la División de Ingeniería



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Febrero de 2012

AGRADECIMIENTOS:

Gracias principalmente a Dios por darme vida para alcanzar a llegar hasta donde hoy estoy, por darme la fortaleza y la capacidad para obtener este logro en mi vida que se cierra para comenzar otro, y gracias por darme la familia que tengo que siempre me han apoyado en cada momento.

Gracias a mi **ALMA TERRA MATER** por darme la oportunidad y ser escogido en su seno abriéndome sus puertas para poder aprender todo lo que hasta ahora se, y poder recibirme como profesionista para poder enfrentar los retos y obstáculos que se me presenten en la vida y poder poner en alto el nombre de la **U.A.A.A.N.**

Gracias a mi asesora la Ing. Leticia Marín Omaña y mi asesor el Dr. Martin Cadena Zapata que siempre me dieron su apoyo brindarme su mano y buenos deseos, por transmitirme su información que gracias a ello se realizó este trabajo.

Gracias a todos mis maestros del departamento de maquinaria agrícola que gracias a ellos llegue a recibirme como profesionista dándome sus conocimientos, consejos y ejemplo que estoy seguro de que serán útiles en mi carrera profesional gracias a todos: **Dr. Santos Gabriel Campos Magaña, Ing. Juan Arredondo Valdez, Ing. Juan Antonio guerrero Hernández, Tomas Gaytán Muñiz.** En especial gracias **M.C. Héctor Uriel Serna Fernández,** por su sincera amistad y apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera, gracias **Dr. Jesús Valenzuela García** que brindo su apoyo en las situaciones más difíciles que nos encontrábamos.

Gracias a todos maestros.

Al Centro Nacional de Maquinaria Agrícola que me dieron apoyo y me facilitaron las instalaciones, equipo y que me brindaron su amistad.

A todos mis compañeros de clase de la generación CX de Ingeniero Mecánico Agrícola: **Edelman, Cesar, Luciano, Ulber, Ermenegildo, Maynor, Rafael, Darío, Elías, Antonio, Roberto, Oscar, Sixto, Daniel, Ángel, Gabriel, Adelfo, Alejandro y Nayn.**

Gracias amigos por brindarme su amistad todo este tiempo

DEDICATORIAS.

Dedico este trabajo a toda mi familia que siempre confiaron en mí, GRACIAS:

A mi Madre **la Sra. María de Jesús Rodríguez Cerda**, por haberme traído a la vida, por habernos sacado adelante a pesar de los obstáculos que se nos presentaron, eres un gran ejemplo a seguir. Gracias por hacerme un hombre de bien, por todos esos consejos que me diste que gracias a ellos pude llegar hasta donde estoy, gracias por todo tu apoyo por haberme transmitido tu sabiduría, gracias madre por depositar tu confianza en mí.

Gracias mama

A mi Padre el **Sr. Francisco Arriaga Noriega** que desde el cielo siempre me mando bendiciones, me cuidó y me dio la fortaleza para siempre seguir adelante en la vida no importando los obstáculos que se presentaron, Gracias Padre.

Gracias a mis hermanos **Sanjuana, Francisco Javier y Jesús Manuel:** por su ayuda, motivación, paciencia, consejos y sus buenos deseos que siempre me ayudaron en mi estancia en esta Universidad, gracias hermanos por confiar en mí.

RESUMEN

En los campos mexicanos es esencial el uso de tractores tanto para la producción agrícola como pecuaria, existe una gran variedad de tractores de diferentes marcas y tamaños, entre estos están los llamados tractores estrechos que son muy usados en campos donde hay muy poco espacio de vialidad, como lo es en viñedos o zonas arboladas donde no se puede maniobrar con tractores grandes.

El tractor agrícola es una máquina que de no operarse con las debidas precauciones puede ser causa de lesiones graves en el operador de la unidad e inclusive causar la muerte. El tractor está dotado de una estructura de protección la cual tiene la función de dar al operador una zona de seguridad estando este sentado y con el cinturón puesto, para que en caso de que este vuelque el operador no quede aplastado por el peso del tractor.

Existen normas que evalúan estructuras de protección en tractores agrícolas nuevos que se comercializan en el mercado mexicano pero estas están enfocadas a tractores agrícolas grandes (masa a partir de 0.8 toneladas de peso y una trocha mínima de 1.150 m).

El presente trabajo está enfocado a cubrir el problema anteriormente mencionado, esto creando un manual de procedimientos que describa los pasos a seguir para evaluar estructuras de protección montadas a tractores agrícolas estrechos (masa entre los 600 y 3000 kg y un ancho de trocha no mayor a 1.150 m) ya que no existe alguna norma que evalúe a estos tractores en especial.

La realización de este método está basado principalmente en el código 7:2007 de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) el cual describe la secuencia de pruebas, fuerzas a aplicar, requisitos y condiciones de aceptación para la correcta evaluación de los tractores. Se hizo una revisión de normas y códigos existentes para estas pruebas siendo el más tangible y el que aplicaba, el Código 7:2007, el cual se tradujo y se tomó como base para el presente manual.

Se realizó una prueba de validación aplicando este manual donde se sometió a prueba una estructura de protección de dos postes fija en un tractor estrecho, el lugar de la

prueba fue en el banco de pruebas del Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola, donde también se elaboró una zona de seguridad con las dimensiones especificadas en el código (Anexo 9). Como resultados se obtuvieron el manual de procedimientos, las deformaciones de la estructura de protección, las especificaciones de la estructura de protección y tractor a prueba, y las curvas fuerza-deformación que corresponden a la aplicación de los empujes y fuerzas de compresión.

PALABRAS CLAVE: Manual, Procedimientos, Estructuras de Protección Contra Vuelcos, Tractores Estrechos (Narrow).

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	x

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Antecedentes:.....	1
1.1.1	Estructuras de protección contra vuelcos ROPS (Por sus siglas en ingles, 'Roll-Over Protective Structure').....	2
1.1.2	Pruebas ROPS.....	2
1.1.3	Códigos y normas para pruebas de ROPS según la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico).....	3
1.1.4	Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA).....	5
1.2	Justificación:.....	7
1.3	Objetivos:.....	8
1.3.1	General:.....	8
1.3.2	Específicos:.....	8
2	DESARROLLO DEL MANUAL.....	9
2.1	INTRODUCCIÓN.....	9
2.1.1	PROPÓSITO DEL MANUAL.....	10
2.1.2	ALCANCE DEL MANUAL.....	10
2.1.3	No aplica.....	10
2.1.4	REFERENCIAS.....	10
2.2	CONSTANTES, ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	11
2.3	TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES.....	13
2.3.1	Conceptos comunes:.....	13
2.4	Estructura del manual.....	22

2.5	REQUERIMIENTOS DE PRUEBA.....	23
2.5.1	Reglas generales que rigen la preparación para las pruebas	23
2.5.2	REQUISITOS GENERALES.	24
2.6	CONDICIONES DE ACEPTACION PARA LA PRUEBA.....	25
2.7	MATERIALES Y METODOLOGIA.	26
2.7.1	MATERIALES Y EQUIPO DE PRUEBA.....	26
2.7.2	METODOLOGIA.	30
2.7.3	RESULTADOS.....	96
3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
4	BIBLIOGRAFIAS:	109
5	ANEXOS	110

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Plano medio de la rueda.....</i>	14
<i>Figura 2 Trocha del tractor.....</i>	15
<i>Figura 3 Plano medio del tractor.....</i>	15
<i>Figura 4 Distancia entre ejes.....</i>	15
<i>Figura 5 Tipos de estructuras de protección.....</i>	17
<i>Figura 6 Asiento con posición de operador reversible.....</i>	18
<i>Figura 7 Localización del punto de referencia del asiento.....</i>	18
<i>Figura 8 Zona de seguridad.....</i>	19
<i>Figura 9 Asiento con suspensión mecánica.....</i>	20
<i>Figura 10 Asiento con suspensión neumática.....</i>	20
<i>Figura 11 Tipos de anclaje.....</i>	20
<i>Figura 12 Parte frontal resistente.....</i>	21
<i>Figura 13 Partes del marco de dos postes.....</i>	21
<i>Figura 14 a) Determinación de masa frontal de tractor a prueba y b) Determinación de masa trasera del tractor a prueba.....</i>	32
<i>Figura 15 Alineación del tractor.....</i>	33
<i>Figura 16 Determinación de puntos extremos delanteros, b) Determinación de puntos extremos traseros y c) Determinación de distancia entre ejes.....</i>	34
<i>Figura 17 Proyección de los puntos con la plomada de las llantas delanteras y traseras..</i>	34
<i>Figura 18 Medición entre máximo recorrido hacia atrás y hacia adelante del asiento.....</i>	36
<i>Figura 19 Distancia de un punto del asiento respecto de un punto de referencia del tractor.....</i>	37
<i>Figura 20 Distancia de un punto del asiento respecto de un punto de referencia del tractor.....</i>	37
<i>Figura 21 Alineación del tractor.....</i>	41
<i>Figura 22 Ajuste del asiento en su máximo recorrido hacia atrás.....</i>	41
<i>Figura 23 Inclinación de respaldo del asiento.....</i>	42
<i>Figura 24 Distancia de un punto del asiento respecto de un punto de referencia del tractor.....</i>	42
<i>Figura 25 Posición más baja de la suspensión.....</i>	43
<i>Figura 26 Distancia de un punto del asiento a un punto de referencia del tractor.....</i>	43
<i>Figura 27 Dispositivo de madera.....</i>	44
<i>Figura 28 Montaje de SPMC al tractor.....</i>	45
<i>Figura 29 Asiento cargado con masa de 550 N.....</i>	46
<i>Figura 30 Nivelación de respaldo con nivel digital.....</i>	46
<i>Figura 31 Ajuste de asiento en su posición media de la suspensión.....</i>	46
<i>Figura 32 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto A con el SPMC.....</i>	47
<i>Figura 33 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto B con el SPMC.....</i>	48
<i>Figura 34 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto C con el SPMC.....</i>	48
<i>Figura 35 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto D con el SPMC.....</i>	48
<i>Figura 36 Medición de las coordenada X, Y y Z del punto 5.....</i>	49
<i>Figura 37 a) y b). Fijación del PRA en el tractor.....</i>	50
<i>Figura 38 a) Proyección de PRA al suelo y b) Medición de la distancia en Y entre PRA y centro de eje trasero (punto 6).....</i>	50
<i>Figura 39 Proyección del PRA al suelo, proyección de eje trasero en trusquin, proyección de trusquin en perfil, y medición de distancia entre eje y PRA (punto 6).....</i>	51

<i>Figura 40 Localización del PRA y distancia al centro de la masa del eje trasero del tractor</i>	51
<i>Figura 41 Unión de los puntos del PRA</i>	53
<i>Figura 42 a) Alineación de zona de seguridad con centro de volante y b) a la altura del lazo</i>	53
<i>Figura 43 Colocación del tubular</i>	54
<i>Figura 44 Altura del suelo al Techo (punto más alto del techo)</i>	54
<i>Figura 45 Proyección del PRA sobre el tubular</i>	55
<i>Figura 46 Medición de la altura de los miembros del techo sobre el punto de referencia</i>	55
<i>Figura 47 Proyección de la plataforma en el tubular</i>	56
<i>Figura 48 Ancho interior de la estructura de protección a 900 sobre el PRA</i>	57
<i>Figura 49 Proyección de la altura del volante en la maqueta de la ZDS</i>	57
<i>Figura 50 Medición del ancho interior de la estructura a nivel del volante</i>	58
<i>Figura 51 Medición del ancho de la estructura de protección</i>	58
<i>Figura 52 Distancia horizontal del PRA a la parte trasera de la estructura a 900 mm sobre el PRA</i>	59
<i>Figura 53 Localización del punto frontal resistente a la volcadura en Y y Z</i>	59
<i>Figura 54 Colocación de las placas de intercepción al piso</i>	60
<i>Figura 55 Colocación del tractor ó chasis en la plataforma</i>	60
<i>Figura 56 Colocación de gato hidráulico en medio de los dos ejes traseros</i>	61
<i>Figura 57 Extracción de la llanta trasera del tractor</i>	61
<i>Figura 58 Colocación de base de fijación trasera</i>	62
<i>Figura 59 Colocación de base de fijación delantera</i>	62
<i>Figura 60 Colocación de la masa trasera a eje</i>	63
<i>Figura 61 Fijación del tractor a la plataforma del banco de pruebas de un eje trasero</i>	63
<i>Figura 62 Colocación de gato hidráulico en eje delantero</i>	64
<i>Figura 63 Colocación de masa de fijación a eje delantero de tractor</i>	64
<i>Figura 64 del tractor a la plataforma del banco de pruebas de la parte delantera</i>	65
<i>Figura 65 del tractor a la plataforma del banco de pruebas</i>	66
<i>Figura 66 Marcado de puntos A) derecho y B) izquierdo en la estructura</i>	67
<i>Figura 67 Nivelación de punto derecho de la estructura</i>	67
<i>Figura 68 Proyección de la altura del punto derecho</i>	68
<i>Figura 69 Nivelación del punto derecho</i>	68
<i>Figura 70 Proyección del punto derecho trasero</i>	69
<i>Figura 71 Nivelación del punto derecho lateral</i>	70
<i>Figura 72 Proyección del punto derecho lateral</i>	70
<i>Figura 73 a) Nivelación y b) proyección de punto izquierdo del tractor</i>	71
<i>Figura 74 Proyección de puntos con la estructura de protección deformada después de prueba de resistencia</i>	71
<i>Figura 75 Medición de la deformación superior</i>	72
<i>Figura 76 Medición de la deformación a) trasera izquierda y b) trasera derecha</i>	73
<i>Figura 77 Medición de la deformación lateral a) derecha y b) izquierda</i>	73
<i>Figura 78 Fijación del centro del volante como punto inicial</i>	74
<i>Figura 79 Fijación del PRA en el tractor</i>	75
<i>Figura 80 Unión de los puntos del PRA</i>	75
<i>Figura 81 Colocación y alineación de la zona de seguridad</i>	76
<i>Figura 82 a) Colocación de zona de seguridad y b) alineación con respecto a centro de volante</i>	76

<i>Figura 83 Proyección de líneas en volcadura hacia delante</i>	77
<i>Figura 84 Proyección de líneas en volcadura lateral</i>	78
<i>Figura 85 Proyección de líneas en volcadura hacia atrás</i>	78
<i>Figura 86 Plano medio del asiento con respecto al plano medio del tractor para localización de primera carga</i>	79
<i>Figura 87 Secuencia de pruebas</i>	80
<i>Figura 88 Marco superior de estructura de protección</i>	81
<i>Figura 89 Punto de aplicación de carga trasera</i>	82
<i>Figura 90 Medición y punto de aplicación de carga trasera</i>	82
<i>Figura 91 Viga de aplicación de carga trasera</i>	83
<i>Figura 92 Posicionamiento de cilindro para prueba</i>	83
<i>Figura 93 Aplicación de carga trasera</i>	84
<i>Figura 94 Verificación de zona de seguridad</i>	85
<i>Figura 95 Colocación de viga de compresión</i>	86
<i>Figura 96 Dispositivo para aplicación de fuerza</i>	87
<i>Figura 97 Aplicación de fuerza vertical de compresión</i>	87
<i>Figura 98 Verificación de zona de seguridad</i>	88
<i>Figura 99 Punto de aplicación de carga frontal</i>	89
<i>Figura 100 de aplicación de carga longitudinal frontal</i>	90
<i>Figura 101 Colocación de cilindro para carga frontal</i>	90
<i>Figura 102 Dispositivo para aplicación de carga frontal</i>	91
<i>Figura 103 Aplicación de carga frontal</i>	91
<i>Figura 104 Punto de aplicación de carga lateral</i>	92
<i>Figura 105 Aplicación de fuerza vertical de compresión</i>	93
<i>Figura 106 Anclaje de cinturón</i>	98
<i>Figura 107 Montaje del asiento al tractor</i>	99
<i>Figura 108 Posición de asiento para prueba</i>	99
<i>Figura 109 Vista frontal</i>	100
<i>Figura 110 Vista trasera</i>	100
<i>Figura 111 Vista lateral</i>	100
<i>Figura 112 Curva Fuerza-Deformación carga trasera</i>	105
<i>Figura 113 Curva Fuerza-Deformación carga frontal</i>	106
<i>Figura 114 Curva Fuerza-Deformación carga lateral</i>	106

ÌNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Abreviaturas.....	11
Cuadro 2 Simbología.....	12
Cuadro 3 Material y equipo utilizado.....	26
Cuadro 4 Equipo de seguridad.....	30

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes:

Los tractores agrícolas son máquinas especializadas para realizar actividades propias de la agricultura principalmente para jalar o empujar implementos pesados que ayudan a preparar las tierras de cultivo, sustituyendo la tracción animal. Su funcionamiento se compone por cinco partes principales: el chasis, el motor, la caja de velocidades, el sistema hidráulico, la toma de fuerza.

Por su uso, los hay compactos para usos sencillos principalmente para desbrozar céspedes en campos deportivos, campos de golf, jardines o bien para mantenimiento de carreteras y autopistas. Los más grandes y de mucha mayor potencia se eficientizan empleándolos en actividades netamente agrícolas o ganaderos.

Los tractores agrícolas han desempeñado un papel importantísimo para el desarrollo, crecimiento e innovación de la agricultura, su empleo disminuye en un alto porcentaje la mano de obra, sobre todo en los ranchos agrícolas de grandes extensiones de áreas de cultivo que dependen en gran parte de estas máquinas.

Existen diferentes marcas en el mercado que los fabrican, las que compiten constantemente por ofrecer cada vez la mejor tecnología entre ellas figuran John Deere, Massey Ferguson, Mc Cormick, Ford, Caterpillar, Case, New Holland y cada una de ellas con sus propias características de fabricación. Los hay de doble tracción y tracción sencilla, generalmente constan de dos llantas grandes en la parte trasera y dos llantas pequeñas en la parte delantera, hoy en día los de doble tracción constan de cuatro llantas altas que les permiten trasladarse en zonas fangosas sin riesgo de atascarse y sobre todo para el buen manejo de los cultivos de portes bajos. El tractor como su nombre lo menciona es símbolo de fuerza y trabajo rudo en todos los aspectos [4].

1.1.1 Estructuras de protección contra vuelcos ROPS (Por sus siglas en ingles, 'Roll-Over Protective Structure')

Las estructuras de protección contra vuelcos tienen por finalidad proteger de una muerte segura al operador del tractor o de lesiones graves. Estas estructuras de protección están diseñadas para que en caso de que el tractor vuelque, el operador no quede aplastado por el peso del tractor cuando el tractor está en movimiento.

1.1.1.1 Tipos de estructuras de protección.

- Estructuras de protección de dos postes.
- Estructuras de protección de cuatro postes.
- Cabinas.

1.1.2 Pruebas ROPS.

Metodología para la determinación de la resistencia estática de cabinas y marcos de protección montadas a tractores agrícolas

La metodología considera la medición de la energía de absorción de la estructura de seguridad cuando se le aplican cargas, además de la fuerza de compresión que puede resistir la misma. La evaluación de estas estructuras considera su resistencia cuando es sometida a cargas, las cuales están directamente relacionadas con la masa del tractor en las que se encuentran montadas.

Los puntos a considerar son: si durante la prueba algún elemento de la estructura invade la zona de seguridad, o si se presentan fallas en los elementos de la propia estructura o en los elementos de sujeción. Con estos resultados se puede comprobar que las estructuras de protección montadas a tractores agrícolas cuentan o no con la suficiente resistencia para soportar las energías y fuerzas de empuje ocurridas en una volcadura de tractor. La metodología podrá aplicarse en cualquier época del año.

1.1.3 Códigos y normas para pruebas de ROPS según la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico)

1.1.3.1 Norma NMX-O-181-SCFI-2003

Esta norma mexicana basada el CODIGO 4 de la OCDE, establece el método de prueba para cabinas y marcos de protección de los tractores agrícolas y forestales nuevos que se comercialicen en la República Mexicana. Aplica a tractores nuevos de cabinas o marcos de protección de 2 o 4 postes que se comercializan en la republica mexicana que tienen al menos dos ejes para ruedas con llantas neumáticas o con orugas en lugar de ruedas y con una masa del tractor sin lastre mayor a 800 kg. La trocha mínima de las ruedas traseras debe ser, generalmente, mayor a 1 150 mm.

Para medir la resistencia, las estructuras se deben de someter a una serie de empujes y aplastamientos por medio de cilindros hidráulicos y vigas de compresión, la fuerza y el desplazamiento son medidos mediante transductores los cuales deben ser previamente calibrados, el personal debe estar capacitado en prueba de estructuras de protección, con estudios en maquinaria agrícola y conocimientos en calibración de equipo [6].

1.1.3.2 Código 6 (Prueba dinámica)

Este código establece el método de prueba para cabinas y marcos de protección de los tractores agrícolas y forestales nuevos que se comercializan en la República Mexicana

Aplica a tractores que tienen al menos dos ejes para ruedas con llantas neumáticas o con orugas en lugar de ruedas y con una masa del tractor sin lastre no menor a 800 kg. La trocha mínima de las ruedas traseras debe ser, generalmente, mayor a 1 150 mm.

Para medir la resistencia en esta prueba la estructura se debe de someter a una serie de empujes y aplastamientos mediante cilindros hidráulicos, vigas de compresión y un péndulo con cadenas que se deja caer desde una altura en cierta parte de la estructura de protección según aplique, la fuerza y el desplazamiento son medidos mediante transductores los cuales deben ser previamente calibrados, el personal debe estar capacitado en prueba de estructuras de protección, con estudios en maquinaria agrícola y conocimientos en calibración de equipo [10].

1.1.3.3 Código 7.

Este código abarca dos pruebas, la estática y la dinámica

Se aplicara a los tractores con las siguientes características:

- Distancia al suelo no mayor de 600 mm por debajo de los puntos más bajos de los ejes delantero y trasero.
- Ancho mínimo de trocha inferior a 1 150 mm, equipado con los neumáticos del tamaño más grande. Debe ser posible ajustar el ancho mínimo de trocha del otro eje.
- Masa superior a 600 kg en vacío, pero incluyendo el dispositivo de la estructura de protección y los neumáticos de la mayor dimensión recomendada por el fabricante.
- Para los tractores con una posición reversible del conductor (asiento y volante reversibles), la masa deberá ser inferior a 3 000 kg.

1.1.3.3.1 Prueba estática

Para medir la resistencia, las estructuras se deben de someter a una serie de empujes y aplastamientos por medio de cilindros hidráulicos y vigas de compresión, la fuerza y el desplazamiento son medidos mediante transductores los cuales deben ser previamente calibrados, el personal debe estar capacitado en prueba de estructuras de protección, con estudios en maquinaria agrícola y conocimientos en calibración de equipo [1].

Secuencia de pruebas

- 1) Carga en la parte trasera de la estructura

Carga aplicada **$Eil = 2.165 \times 10^{-7} ML^2$**

- 2) Primera de compresión

Fuerza aplicada; **$Fv = 20 M$**

- 3) Carga en la parte frontal de la estructura

Carga aplicada; **$Eil = 500 + 0,5 M$**

- 4) Carga lateral de la estructura

Carga aplicada; **$Eis = 1.75 M$**

- 5) Segunda de compresión

Fuerza aplicada; **$Fv = 20 M$**

1.1.3.3.2 Prueba dinámica

Para medir la resistencia en esta prueba la estructura se debe de someter a una serie de empujes y aplastamientos mediante cilindros hidráulicos, vigas de compresión y un péndulo con cadenas que se deja caer desde una altura en cierta parte de la estructura de protección según aplique, la fuerza y el desplazamiento son medidos mediante transductores los cuales deben ser previamente calibrados, el personal debe estar capacitado en prueba de estructuras de protección, con estudios en maquinaria agrícola y conocimientos en calibración de equipo.

Secuencia de pruebas:

- 1) Carga en la parte trasera de la estructura

Altura de caída del péndulo; $H = 2.165 \times 10^{-8} M L^2$

- 2) Primera de compresión;

Fuerza aplicada; $Fv = 20 M$

- 3) Carga en la parte frontal de la estructura;

Altura de caída del péndulo; $H = 25 + 0.07 M$

- 4) Carga lateral de la estructura;

Altura de caída del péndulo; $H = 25 + 0.20 M$

- 5) Segunda de compresión;

Fuerza aplicada; $Fv = 20 M$

1.1.4 Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA)

La mecanización agrícola es uno de los factores que contribuyen a mejorar la productividad y competitividad de las actividades en el campo. Por eso es tan importante que la maquinaria agrícola que se comercializa en el mercado esté regulada por ciertas normas de calidad que garanticen su adecuado funcionamiento y que aseguren a los productores que están adquiriendo los equipos que responden a sus necesidades.

El Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA) se encarga de realizar pruebas y evaluaciones para maquinaria e implementos agrícolas conforme a las disposiciones de las Normas Mexicanas (NMX), a fin de verificar que las especificaciones

técnicas de comportamiento del equipo que señala el fabricante efectivamente correspondan al producto que adquiere el consumidor final.

Las pruebas que realiza el CENEMA tienen como objetivo fundamental que la maquinaria y equipo sean posteriormente certificados y circulen en el mercado como productos de calidad que apoyan el trabajo de los productores agropecuarios.

El CENEMA cuenta con la metodología, laboratorio de pruebas equipado acorde a estándares internacionales, infraestructura y personal capacitado para aplicar la metodología en cualquier fecha durante los meses de Enero a Noviembre [5].

1.1.4.1 Beneficios de las pruebas.

Los productores cuentan con referencias que apoyan la toma de decisiones para la compra de maquinaria y equipo agrícola de calidad certificada, lo que les garantiza que están invirtiendo en equipo adecuado que contribuye a reducir sus costos de producción e incrementar su productividad y rentabilidad.

Los industriales obtienen el reconocimiento de calidad de sus productos y pueden acceder de manera competitiva a los mercados nacionales e internacionales. Además de que la “certificación” les abre las puertas para participar en los programas de apoyo a la mecanización del campo que establece el Gobierno.

Las instituciones de financiamiento y programas gubernamentales cuentan de esta forma con información técnica sobre el comportamiento en campo de la maquinaria y/o equipo agrícola, que les permite evaluar la conveniencia de su uso.

1.2 Justificación:

En México se comercializan alrededor de 150 modelos de tractores con estructuras de protección y una producción anual de 11,000 unidades; de estos 150 modelos comercializados el 12.3% son tractores estrechos. El uso del tractor en las labores agrícolas puede ocasionar accidentes que muchas veces son fatales para el operador, según las estadísticas la tercera parte de los accidentes agrícolas mortales son por vuelcos de tractor [7, 8, 9].

A nivel mundial, se tienen registradas muertes por accidentes de volcadura en diferentes países, las cuales oscilan entre las 15 y 25 muertes anuales. Para tratar de evitar las consecuencias fatales de los accidentes por vuelco, se dotó al tractor de una estructura de protección (cabinas y marcos de dos y cuatro postes), sin embargo, en México, estas estructuras son comercializadas sin que ningún organismo certifique su resistencia, ocasionando la existencia de tractores con estructuras de protección que no son capaces de proteger al operador, pues pueden no ser aptas para soportar el peso del tractor o que éste no soporte la estructura de protección [11].

Los tractores estrechos son utilizados para trabajar en espacios reducidos como huertas, viñedos entre otros. Ante la existencia de estos tractores en el campo mexicano surge la necesidad de un manual de procedimientos que describa los pasos a seguir para realizar pruebas de resistencia en estructuras de protección de dos postes trasera montados a este tipo de tractores para la protección de sus operadores.

Las estructuras tienen la función de proteger al operador de ser aplastado por el tractor cuando este vuelca. La mayoría de las muertes en accidentes agrícolas son ocasionadas por tractores cuando este vuelca y la estructura de protección no resistió el peso del tractor volcado o el operador no tenía puesto el cinturón de seguridad quedando aplastado el operador.

Existen normas para realizar pruebas de estructuras de protección contra vuelcos pero estas solo aplican para tractores grandes por lo cual es necesario la realización de este procedimiento que es especialmente para tractores de este tipo, basándonos en el CODIGO 7 de la OCDE versión 2007 (prueba estática).

1.3 Objetivos:

1.3.1 General:

- Elaborar un manual de pruebas que especifique el procedimiento a seguir el cual determinara la resistencia en estructuras de protección de dos postes trasera montado en tractores agrícolas estrechos (Narrow) basándose en el CODIGO 7:2007 de la OCDE (Prueba Estática).

1.3.2 Específicos:

- Realización de una prueba de validación del método.
- Disponer de un método vigente de pruebas de resistencia a estructuras de protección de dos postes trasera montadas a tractores estrechos.
- Validar el método mediante una prueba
- Reducir la muerte o accidentes fatales por volcaduras de tractores estrechos hasta en un 99.9 % teniendo en cuenta que el operador tiene puesto el cinturón de seguridad.

2 DESARROLLO DEL MANUAL

2.1 INTRODUCCIÓN

El tractor es una maquina autopropulsada que es indispensable en las labores agrarias y ganaderas el cual desplaza el trabajo que pudiesen hacer una cantidad de obreros ya que hace el trabajo en un tiempo menor y dejando a largo plazo mayores ganancias para el agricultor ya que en este solo es indispensable una sola persona, el operador.

El tractor está dotado de una estructura de protección la cual tiene la función de proteger al operador de que en caso de que el tractor vuelque este no quede aplastado teniendo en cuenta que tenga puesto el cinturón de seguridad. Existen una diversidad de modelos y tipos de estructuras de protección contra vuelcos las cuales están diseñadas para un tractor en especifico, como las son las estructuras de protección de dos postes, cuatro postes y cabinas.

El tractor al no ser utilizado con las debidas precauciones puede ser causante de lesiones graves e incluso la muerte, esto cuando al volcar el tractor el operador quede aplastado por el peso de este, ya sea porque no tenía puesto el cinturón de seguridad o porque la estructura de protección del tractor no soporto su propio peso.

Existen normas para la realización de pruebas en estructuras de protección en tractores agrícolas los cuales evalúan la resistencia de dicha estructura para saber si resiste el peso del tractor al volcar sin poner en riesgo la vida del operador, pero estas normas solo son para algunos tipos de tractores de los muchos que se comercializan en el mercado mexicano. El presente trabajo está enfocado a un manual que especifica la metodología y equipo necesario para realizar pruebas de resistencia en estructuras de protección montadas a tractores agrícolas estrechos ya que no existe una norma para la evaluación de estos tractores en especial.

2.1.1 PROPÓSITO DEL MANUAL

Establecer los procedimientos necesarios para llevar a cabo la prueba de resistencia de estructuras de protección montadas a tractores agrícolas estrechos, método estático, basado en el código 7:2007 de la OCDE.

2.1.2 ALCANCE DEL MANUAL

Este manual aplica solamente a estructuras de protección montadas a tractores agrícolas que cumplan con las siguientes especificaciones:

- Distancia al suelo de no más de 600 mm por debajo de los puntos más bajos de los ejes delantero y trasero.
- Ancho mínimo de trocha inferior a 1 150 mm.
- Masa del tractor entre los 600 y 3000 kg.

2.1.3 No aplica.

Se reconoce que puede haber diseños de tractores, por ejemplo, máquinas especiales forestales, como el de transporte y los tractores de arrastre, por lo que el presente Código no es aplicable.

2.1.4 REFERENCIAS

Para la correcta ejecución del manual de prueba se ocupan las siguientes normas y códigos de referencia.

- **CODIGO 7:2007 OCDE** *Código para pruebas oficiales de estructuras de protección contra vuelcos montadas en tractores agrícolas o forestales estrechos montados atrás.*
- **NMX-O-153-1981** *Maquinaria agrícola – Definiciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación 19 de febrero de 1981.*
- **NOM-008-SCFI-2002** *Sistema general de unidades de medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.*

2.2 CONSTANTES, ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

Cuadro 1 Abreviaturas

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
RP	Responsable de prueba
AP	Asistente de prueba.
AT	Asistente técnico.
PARA	Punto de referencia del asiento
SPMC	Sistema portátil medidor de coordenadas.
ZDS	Zona de seguridad.
M	Masa del tractor
L	Distancia entre ejes
ROPS	Estructura de protección contra vuelcos (ROPS por sus siglas en ingles Roll-Over Protective Structure)
PFR	Punto Frontal Resistente
P-ROPS-XX	P, indica que el documento es unos procedimientos. ROPS, indica que el procedimiento pertenece a estructuras de protección. XX, indica el número consecutivo asignado al procedimiento.
F-ROPS-XX	F, indica que el documento es un formato. ROPS, indica que el formato pertenece a estructuras de protección. XX, indica el número consecutivo asignado al formato.
I-XXX	I, indica que el documento es un instructivo. XXX, puede ser la inicial del instrumento ó el nombre completo de este. Ejemplo: I-Nivel ó I-N
M-XXX	M, indica que el documento es un manual.

	XXX, puede ser la inicial del instrumento ó el nombre completo de este. Ejemplo: M-Nivel ó M-N.
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

Cuadro 2 Simbología

Símbolo	Unidades	Definición
B	(mm)	Ancho mínimo del tractor
B6	(mm)	Ancho máximo exterior de la estructura de protección.
D	(mm)	Deformación de la estructura en el punto de aplicación de la carga.
D'	(mm)	Deformación de la estructura por la energía requerida calculada.
Ea	(J)	Energía absorbida en el punto cuando se retira la carga. Área bajo la curva de F-D.
Ei	(J)	Energía absorbida. El área bajo la curva de F-D.
E'i	(J)	Energía de deformación absorbida después de la carga adicional después de una fractura o fisura.
E''i	(J)	Energía absorbida en la prueba de sobrecarga en el caso de la carga de haber sido eliminado antes de empezar la prueba de sobrecarga. El área bajo la curva de F-D.
Eil	(J)	Entrada de energía a ser absorbida durante la carga longitudinal;
Eis	(J)	Entrada de energía a ser absorbida durante la carga lateral.

F	(N)	Fuerza de carga estática.
F'	(N)	Fuerza de carga para calcular la energía requerida, correspondiente a E'i.
F-D		Diagrama fuerza / deformación;
Fmax	(N)	Fuerza máxima de carga estática que ocurren durante la carga, con la excepción de la sobrecarga;
Fv	(N)	Fuerza vertical de compresión;
L	(mm)	distancia entre ejes del tractor de referencia;
M	(kg)	Masa de referencia del tractor durante las pruebas de fuerza.

2.3 TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES.

A continuación se presentan los conceptos y definiciones más comunes utilizadas en este manual. Se incluyen gráficos para algunos de los conceptos con el fin de lograr un entendimiento general de las definiciones. Las ecuaciones de cálculo para los conceptos que las requieren, son incluidas en los diferentes formatos digitales de captura.

2.3.1 Conceptos comunes:

2.3.1.1 Tractor agrícola

Vehículo autopropulsado, con llantas o con orugas, con al menos dos ejes, diseñado principalmente para propósitos agrícolas y forestales, tiene como función jalar remolques, llevar, jalar y/o activar herramientas agrícolas o forestales o maquinaria y, cuando sea necesario, suministrar la potencia para operarlas con el tractor en movimiento o estacionario.

2.3.1.2 Tractor agrícola estrecho (Narrow)

Son tractores de anchura limitada que pueden circular por calles de viñedos son semejantes a los tractores agrícolas normales siendo sus piezas y componentes de serie e iguales a los demás, la característica fundamental es que su anchura máxima oscila entre los 1 y 1.3 metros. La reducción de la anchura lleva consigo una desestabilización del tractor por lo que sus fabricantes hacen bajar en lo más posible su centro de gravedad, tienen un radio de giro de entre 2.5 y 3.9 metros y un peso máximo de 3000 kg.

2.3.1.3 Trocha

2.3.1.3.1 Definición preliminar: Plano medio de la rueda

Línea equidistante con los dos planos que contienen la periferia de los rines en sus bordes más exteriores;



Figura 1 Plano medio de la rueda

2.3.1.3.2 Definición de trocha

Si **A** y **B** son dos puntos definidos por los planos medios de las llantas en el mismo eje del tractor, entonces el ancho de la trocha es la distancia entre estos puntos. La trocha puede ser definida para ambos ejes: delantero o trasero. Cuando se tiene doble rodado, la trocha es la distancia entre dos planos cada uno de los cuales es el plano medio del par de ruedas,

Para tractores de orugas, la trocha es la distancia entre los planos medios de las orugas;

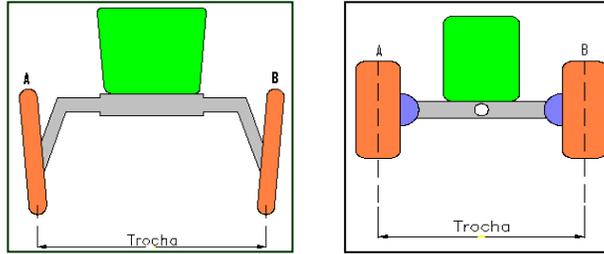


Figura 2 Trocha del tractor

2.3.1.4 Plano medio del tractor

El plano medio del tractor es la línea en ángulo recto trazada en el punto central de la línea formada por los puntos **A** y **B** de los planos medios de las ruedas traseras.

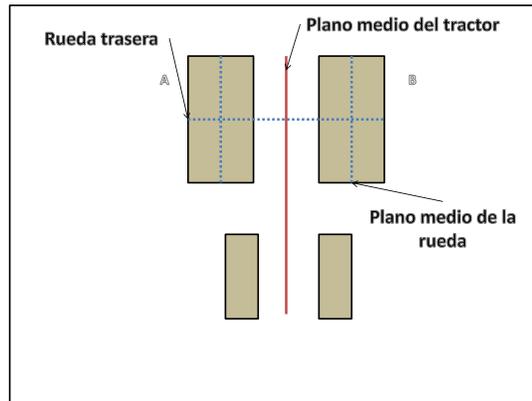


Figura 3 Plano medio del tractor

2.3.1.5 Distancia entre ejes

Es la distancia entre los planos verticales que pasan a través de las líneas **AB**:

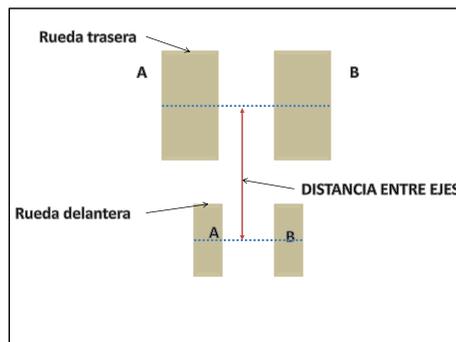


Figura 4 Distancia entre ejes

2.3.1.6 Presión de inflado de llantas

Presión a la cual se deben de inflar las llantas del tractor, este valor viene especificado en la misma llanta o en el manual el operador del tractor.

2.3.1.7 Masa sin lastre

Masa del tractor sin contrapesos y sin incluir la masa del operador, en el caso de tractores con llantas neumáticas sin lastre líquido. El tractor debe estar en condiciones de trabajo con tanques, circuitos y radiador llenos y cualquier equipo o componente adicional requerido para un uso normal.

2.3.1.8 Estructuras de protección

Las estructuras son previstas en un tractor con el objetivo esencial de evitar o limitar los riesgos que corre el conductor en caso de vuelco del tractor durante su utilización normal. Dichas estructuras se caracterizan por el hecho de que, en caso de vuelco del tractor, abarcan un espacio libre suficientemente grande para proteger al conductor.

2.3.1.8.1 Marcos de protección de dos postes

Está compuesta de dos postes inferiores los cuales se montan cada uno al eje trasero o a la plataforma y un marco superior en forma de U invertida. Estos pueden ser abatibles o fijos, los abatibles cuentan con un abate (bisagra) que permite pasar de la posición vertical a la horizontal o viceversa haciéndola girar en torno a un eje el marco superior, las fijas no pueden girar. Los dos tipos pueden tener techo.

2.3.1.8.2 Marcos de protección de cuatro postes

Está compuesta por 4 postes dos se fijan a la parte delantera de la plataforma y los otros dos al eje trasero del tractor, cuentan con travesaños que forman un rectángulo donde se coloca el techo. Estas pueden ser fijas o reclinables las cuales puede inclinarse temporalmente hacia atrás y rotando en el otro cuerpo de apoyo, para propósitos de mantenimiento o reparación.

2.3.1.8.3 Cabinas

Una cabina utiliza seis postes protectores, pero las encierra con metal y vidrio. Además proporciona protección del ambiente, polvo, ruido y vibración al operador.

Estas pueden ser fijas o reclinables las cuales puede inclinarse temporalmente hacia atrás y rotando en el otro cuerpo de apoyo, para propósitos de mantenimiento o reparación.

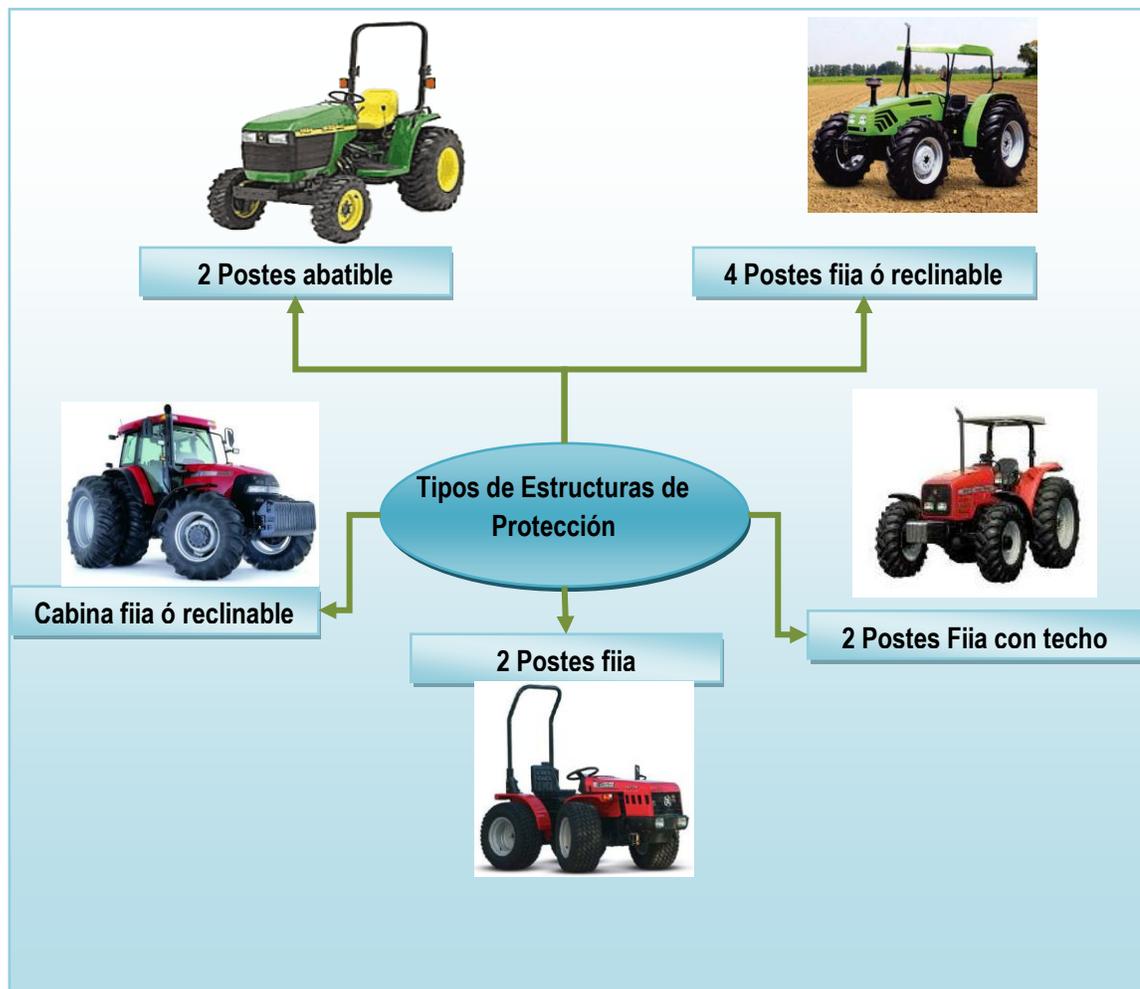


Figura 5 Tipos de estructuras de protección

2.3.1.9 Asientos opcionales

Son asientos opcionales cuando en un modelo de tractor se maneja un asiento que es el básico, pero como su nombre lo dice se ofrecen otros modelos de asiento opcionales puede ser de lujo con descansabrazos, de otra marca entre otras características.

2.3.1.10 Asiento con posición de operador reversible

Son asientos que tienen la facilidad de girar 180 grados para operar o dos volantes de dirección en la maniobra de tractores o maquinaria pesada para construcción.



Figura 6 Asiento con posición de operador reversible

2.3.1.11 Punto de referencia del asiento

Es el punto en el plano medio longitudinal del asiento donde el plano tangencial del respaldo inferior y un plano horizontal se interceptan.

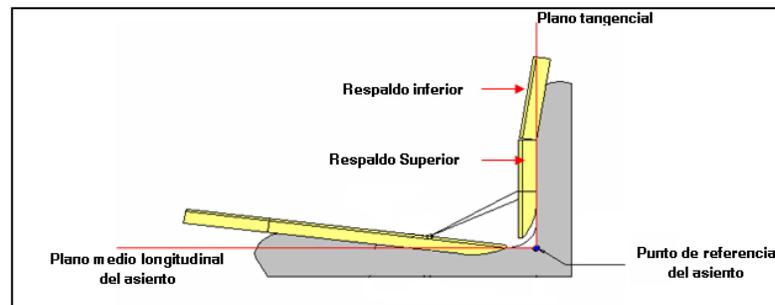


Figura 7 Localización del punto de referencia del asiento

2.3.1.12 Zona de seguridad

Conjunto de distancias establecidas en el plano vertical, horizontal e inclinado con respecto al punto de referencia del asiento y posición del volante, para delimitar el espacio mínimo necesario para proteger al operador en caso de que el tractor se volque.

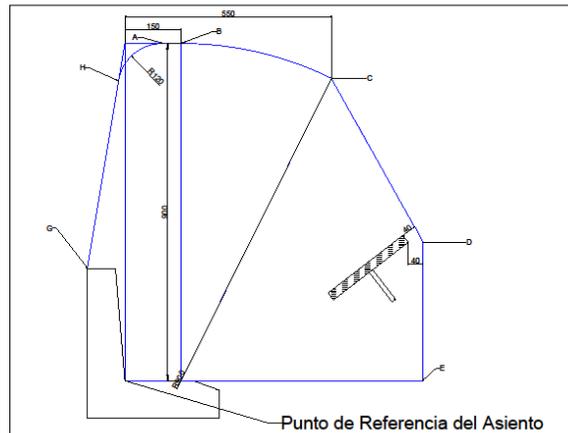


Figura 8 Zona de seguridad

2.3.1.13 Energía

Capacidad de realizar un trabajo, es decir el producto de la fuerza por la distancia recorrida en la dirección de la fuerza.

2.3.1.14 Energía de entrada requerida

Energía calculada para ser aplicada a la estructura de protección en las cargas horizontales.

2.3.1.15 Energía absorbida

Energía capaz de absorber la estructura de protección al momento de recibir una carga horizontal. Puede ser mayor, menor o igual a la energía de entrada requerida.

2.3.1.16 Bastidor principal

Armazón metálico principal que soporta el resto de una estructura de protección.

2.3.1.17 Tipos de suspensión de asiento

Los sistemas de suspensión del asiento pueden ser de dos tipos: suspensión mecánica (resorte) o suspensión neumática (cilindro neumático).

2.3.1.17.1 Suspensión Mecánica



Figura 9 Asiento con suspensión mecánica

2.3.1.17.2 Suspensión Neumática



Figura 10 Asiento con suspensión neumática

2.3.1.18 Tipos de anclaje de cinturón



Figura 11 Tipos de anclaje

2.3.1.19 Parte frontal resistente a la volcadura

Es la parte frontal del tractor capaz de resistir una volcadura de tractor haciendo contacto con el suelo sin tocar la zona de seguridad del operador, por lo regular es el cofre, marco frontal delantero, radiador o algún otro dispositivo de alta resistencia.



Figura 12 Parte frontal resistente

2.3.1.20 Información proporcionada por el fabricante

Es la información técnica que proporciona el fabricante, la cual muestra las características del tractor en dimensiones dibujos y material sienta algunos documentos como: manual de operador, hoja técnica, manual de partes, dibujos, materiales de construcción del ROPS entre otros.

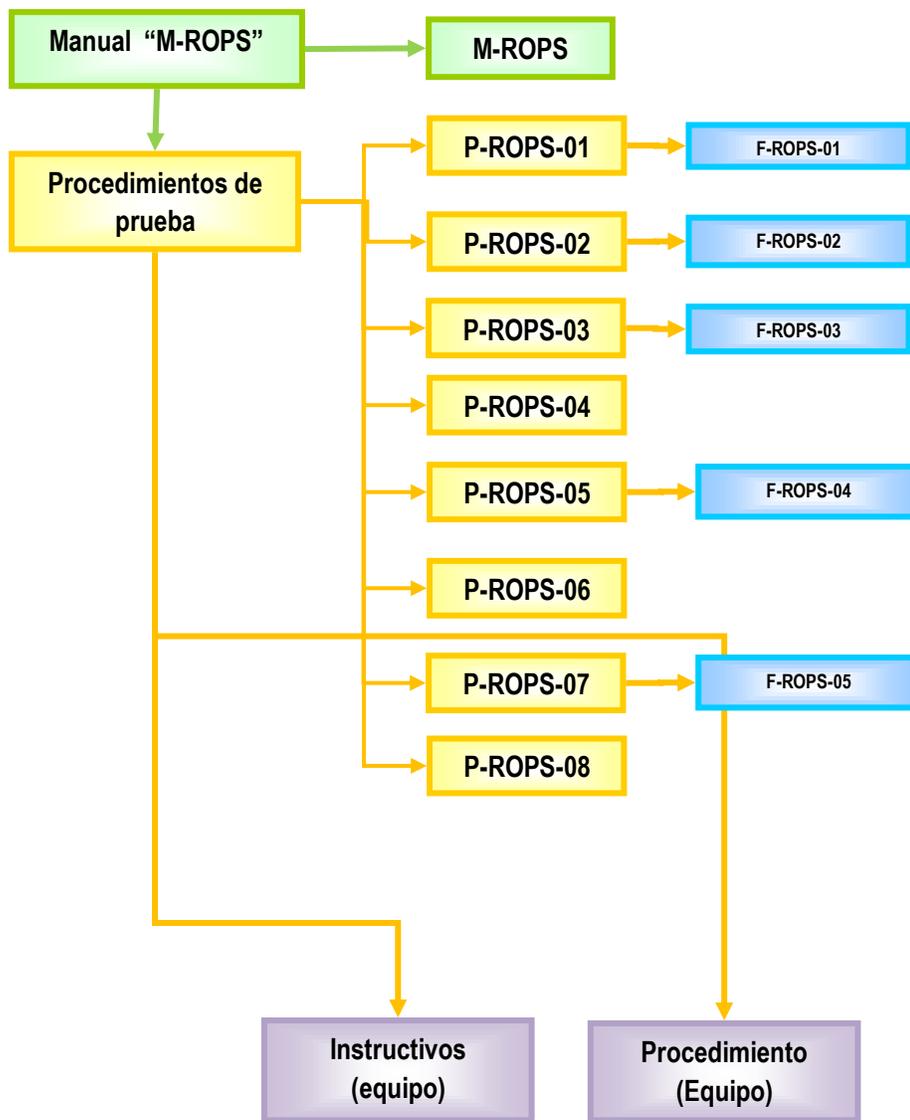
2.3.1.21 Partes principales del marco de dos postes



Figura 13 Partes del marco de dos postes

2.4 Estructura del manual

El siguiente diagrama muestra la forma en la que está estructurado este manual:



Uno de los aspectos impotentes referentes a la estructura de este manual, es pretender abordar la prueba partiendo de lo general hasta lo particular. Se parte de un manual general y a partir de este se generan procedimientos particulares y estos a su vez generan los formatos, manuales e instructivos utilizados para el desarrollo de la prueba y los adicionales de los materiales y equipo de apoyo.

2.5 REQUERIMIENTOS DE PRUEBA.

2.5.1 Reglas generales que rigen la preparación para las pruebas

- La estructura de protección debe ajustarse a las especificaciones de producción en serie. Se fijará, de conformidad con el método recomendado por el fabricante a uno de los tractores para los que fue diseñada.
- El tractor a probar deberá estar equipado con todos los componentes de la serie de producción que puedan afectar a la fuerza de la protección estructura o que puedan ser necesarios para la prueba de resistencia.
- Los elementos que pudieran ocasionar riesgos en la zona de seguridad deberán estar también presentes en el tractor para que puedan ser examinados para ver si los requisitos de las condiciones de aceptación se han cumplido. Todos los componentes del tractor o del dispositivo de protección contra la intemperie deben ser entregados o definirse en el dibujo.
- Para las pruebas de resistencia, todos los paneles y elementos amovibles no estructurales deben eliminarse de modo que no pueden contribuir al fortalecimiento de la estructura de protección.
- El ancho de trocha debe ser ajustado en lo posible de modo de que los neumáticos no soporten la estructura de protección. Si estas pruebas se realicen de conformidad con el procedimiento estático, las ruedas se pueden quitar.
- La masa M de referencia, utilizada en las fórmulas para la aplicación de energía, y fuerzas de compresión, debe ser al menos la masa del tractor, con excepción de accesorios opcionales, pero con líquido de refrigeración, lubricantes, combustible, herramientas, más la estructura de protección. No se incluye son discretionales delanteras o traseras, el lastre de los neumáticos, los instrumentos y equipos instalados o algunos componentes especializados.

2.5.2 REQUISITOS GENERALES.

- Si durante la prueba, alguna parte del tractor se fractura o se mueve, se reanudará la prueba.
- No se admitirán reparaciones o ajustes del tractor o la estructura de protección que puedan ser llevados a cabo durante las pruebas.
- La caja de transmisión del tractor estará en neutral y sin frenos durante las pruebas.
- Si el tractor está equipado con un sistema de suspensión entre el cuerpo del tractor y las ruedas, se deberá bloquear durante las pruebas.
- El lado elegido para la aplicación de la primera carga será en la parte trasera de la estructura, a juicio del responsable de prueba, los resultados en la aplicación de la serie de carga serán bajo las más desfavorables condiciones de la estructura. La carga lateral y la trasera se aplicaran en ambos lados del plano medio longitudinal de la estructura de protección. La carga frontal se aplicará en el mismo lado del plano medio longitudinal de la estructura de protección exactamente igual a la carga lateral.

2.6 CONDICIONES DE ACEPTACION PARA LA PRUEBA.

Una estructura de protección se considera que ha cumplido los requisitos de resistencia, si cumpliese las siguientes condiciones:

- En el punto donde la energía requerida se alcanza, en cada pruebas de carga horizontal especificadas o en la prueba de sobrecarga la fuerza debe ser superior a $0.8 F_{\max}$;
- Si durante una prueba estática, aparecen fracturas o fisuras como resultado de la aplicación de la fuerza de compresión, una prueba adicional de compresión se debe realizar inmediatamente después de la prueba de compresión, la cual causo grietas o fisuras;
- Durante las pruebas, excepto en la prueba de sobrecarga, ninguna parte de la estructura de protección debe entrar en la zona de seguridad;
- Durante las pruebas, excepto la prueba de sobrecarga, todas las partes de la zona de seguridad deben estar aseguradas por la estructura;
- Durante las pruebas, la estructura de protección no debe imponer ninguna restricción en la estructura del asiento;
- De acuerdo a las deformaciones elásticas bajo carga lateral las medidas deberán ser inferiores a 250 mm;
- No debe de haber miembros protuberantes o componentes que pudieran causar lesiones serias durante una volcadura, los cuales por la deformación ocurrida pudieran atrapar al operador, por ejemplo: por una pierna o un pie;

2.7 MATERIALES Y METODOLOGIA.

2.7.1 MATERIALES Y EQUIPO DE PRUEBA.

En los cuadros 3 y 4 se muestran los materiales y el equipo necesarios para que las pruebas puedan llevarse a cabo:

Cuadro 3 Material y equipo utilizado

Cantidad	Material, Equipo y/o documento	Documento de Referencia
-	Manual del operador del tractor.	-
-	Manual de partes.	-
-	Hoja de especificaciones técnicas del tractor.	-
-	Información técnica de la estructura de protección y asiento de operador (si aplica).	-
-	Dibujos de la estructura de protección, asiento y parte frontal resistente.	-
1	Formato digital "Captura de la información técnica del tractor y estructura de protección sujetos a prueba".	<u>F-ROPS-01</u>
1	Formato digital y hoja impresa "Captura de las coordenadas para determinar el PRA"	<u>F-ROPS-02</u> Hoja 1
1	Formato digital "Hoja de cálculo para determinar la localización del PRA"	<u>F-ROPS-02</u> Hoja 2

1	Formato digital "Captura de las dimensiones de la estructura de protección"	<u>F-ROPS-3</u>
1	Captura de las deformaciones permanentes del ROPS	<u>F-ROPS-04</u>
1	Datos de aplicación de carga	<u>F-ROPS-05</u>
1	Alineación del sistema portátil de coordenadas con el tractor	<u>I-ROPS-01</u>
2	Masas de fijación eje trasero	I-ROPS-02 modificar
1	Determinación de la separación de A y D del tractor a probar	I-ROPS-03
1	Instructivo para la operación del equipo y ejecución de pruebas ROPS	I-ROPS-04
1	Medidor de presión de los neumáticos y sistema neumático.	-
1	Plomada de bronce con hilo	-
1	Vernier milimétrico	-
1	Cinta métrica de 3000 mm	-
1/cu	Regla milimétrica rígida 150, 300, 500, 1000 y 2000 mm	-
1	Caja de Herramientas	-
1	Masquin o cinta gris	-

2/cu	Lapiceros rojo y negro y marcadores de aceite	-
Varios	Trapos	-
1	Cámara fotográfica	-
1	Computador de trabajo y personal	-
1	Dispositivo de madera	-
1	Sistema portátil medidor de coordenadas	I-SPMC
1	Nivel digital	-
1	Masa de 550 N	-
1	Dispositivo nivelador	-
1/cu	Tabla de apoyo.	-
1	Nivel de burbuja magnético de 150 y 300 mm	I_NBM
1/ cu	Escuadra de 100, 300 y 500 mm	-
1	Maqueta 3D Zona de Seguridad	-
1	Base para la fijación maqueta ZDS	-
1	Lazo ó cordón	-
1/cu	Navaja de corte	-
1	Banco de pruebas ROPS	I-BPR
1	Grúa caballete	-
3	Gato hidráulico	-
1	Pistola neumática	-
1	Sistema neumático	-
3	Cinchos	-
1	Masa de fijación parte delantera del tractor	-

Varios	Tornillos para la fijación de la masa al tractor	-
Varios	Tornillos para la fijación de la parte delantera del tractor	-
2	Barreta	-
2	Rampa	-
1	Torquímetro	-
1	Tubular de 3000 mm de longitud	-
1	Maqueta en 2D ó 3D de la ZDS	-
1	Base para la fijación de la maqueta	-
1	Manual de operación del tractor	-
1	Calculadora	-
1	Sistema hidráulico	<u>I-SH</u>
2	Actuadores	-
1	Cilindro hidráulico de doble efecto	<u>I-CDE</u>
1	Servoválvula	<u>I-SV</u>
1	Transductor de desplazamiento	<u>I-TD</u>
1	Transductor de fuerza.	<u>I-TF</u>
1	Sistema de adquisición de datos	-
1	Instructivo acondicionador de señal	-
1	Informe final de prueba	-

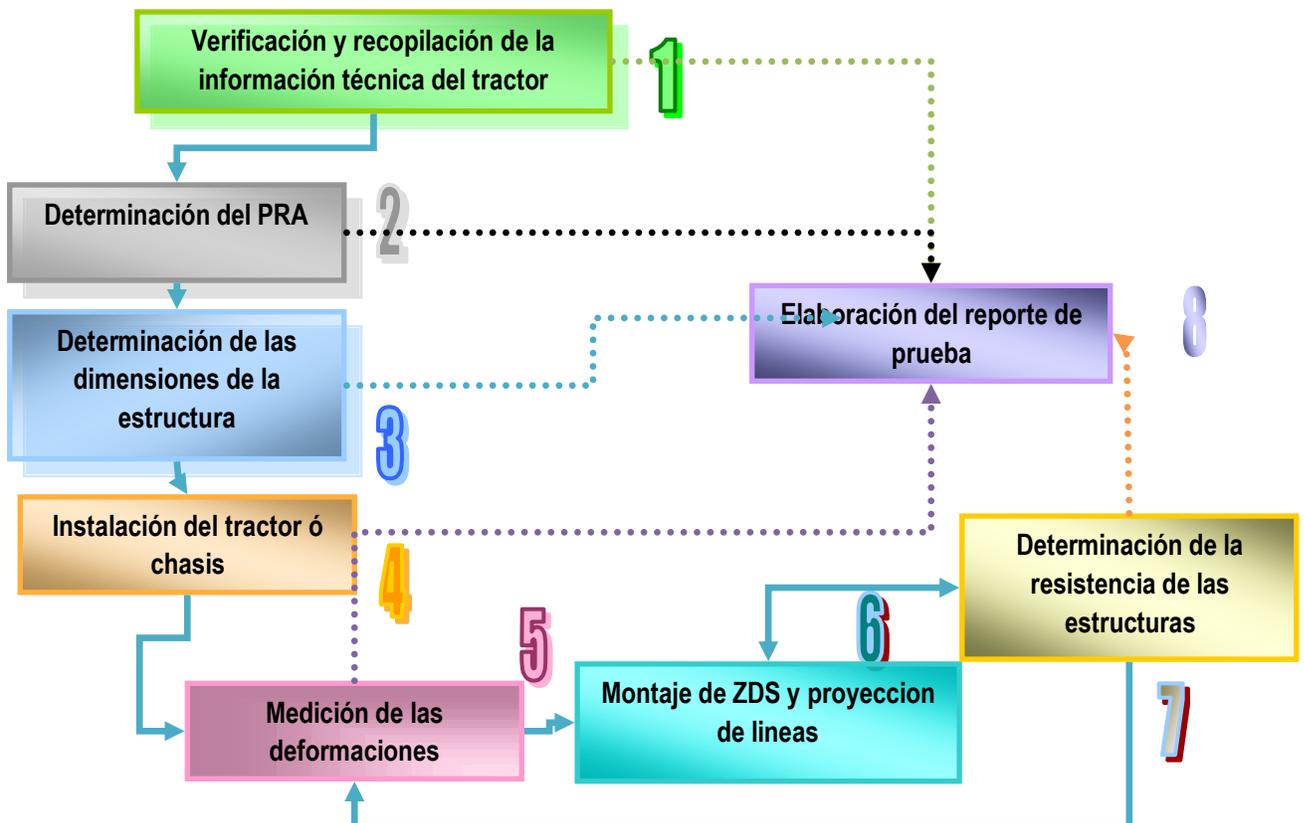
Cuadro 4 Equipo de seguridad

EQUIPO DE SEGURIDAD	DE	OBSERVACIONES
Cascos	-	
Cubre oídos	-	
Zapatos de seguridad	-	
Guantes	-	
Overol	-	
Faja	-	

2.7.2 METODOLOGIA.

Para realizar la prueba de resistencia estática en estructuras de protección, se realizan los siguientes pasos mencionados en el siguiente diagrama.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA ROPS:



2.7.2.1 PROCEDIMIENTO 1 “P-ROPS-01”: Verificación y recopilación de la información técnica del tractor y la estructura de protección.

A continuación se describe los pasos para poder determinar la información necesaria para poder llenar el formato *F-ROPS-01*: “Captura de la información técnica del tractor y estructura de protección sujetos a prueba” (Anexo 1)

- Nombre y dirección del fabricante de la estructura de protección.
- Presentado para la prueba por:
(Por quien fue entregado a la prueba).
- Marca /tipo/modelo de la estructura de protección:
En el caso de tipo es cabina, marco, arco trasero, cabina con marco integrado, entre otros.
- Fecha y lugar de la prueba:

2.7.2.1.1 ESPECIFICACIONES DEL TRACTOR.

2.7.2.1.1.1 *Identificación de tractor al cual está fijada la estructura de protección para la prueba.*

Marca

Modelo

Nombre comercial:

Tipo:

2 o 4 WD, WD 4 articulado o un conjunto de 4 WD con doble “ dual ” ruedas.

Pueden diferir de nombre del fabricante del tractor

Números.

Primer N ° de serie o prototipo:

Es el número de serie que tiene el tractor al cual está montada la estructura de protección para la prueba de resistencia.

Primer número de serie.

Se refiere al número de serie del primer tractor fabricado en el lote de fabricación del tractor seleccionado para la prueba.

2.7.2.1.1.2 Masa del tractor sin lastre, con estructura de protección fija y sin conductor

Se mide la masa frontal y trasera del tractor, la medición se hace colocando solamente la parte delantera o trasera del tractor sobre la báscula y se pesa, después pesa la masa total del tractor y saque la diferencia de esta menos la masa delantera o trasera y así determinar la masa faltante.

El tractor se pesa incluyendo el líquido de refrigeración, lubricantes, combustible, herramientas, más la estructura de protección.

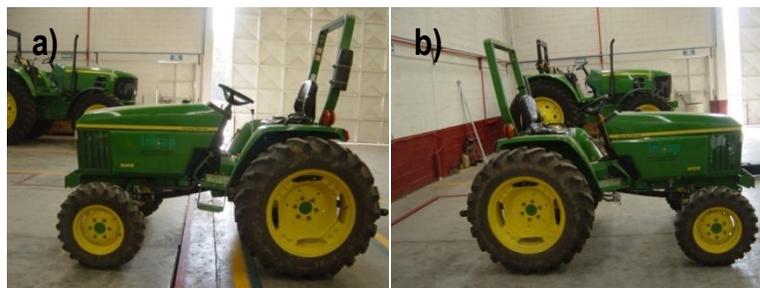


Figura 14 a) Determinación de masa frontal de tractor a prueba y b) Determinación de masa trasera del tractor a prueba

2.7.2.1.1.3 Alineación del tractor.

Después de haberse pesado, el tractor se coloca en una superficie lo más horizontal y despejada, el tractor debe alinearse como sigue: Se determina una línea recta de

referencia en la superficie del suelo, se coloca el tractor haciendo coincidir su toma de fuerza y el punto medio de la parte delantera del tractor con la línea de referencia.



Figura 15 Alineación del tractor

2.7.2.1.1.4 Distancia entre ejes.

Distancia entre ejes: (mm)

El valor de la distancia entre ejes es proporcionado por el fabricante y se compara con el tractor a probar. Esto se hace proyectando con la plomada los puntos extremos delanteros y traseros de las llantas traseras y delanteras, se unen los puntos marcados en forma cruzada y la distancia que hay de donde se interceptan las líneas delanteras con respecto a las líneas traseras será la distancia entre ejes.

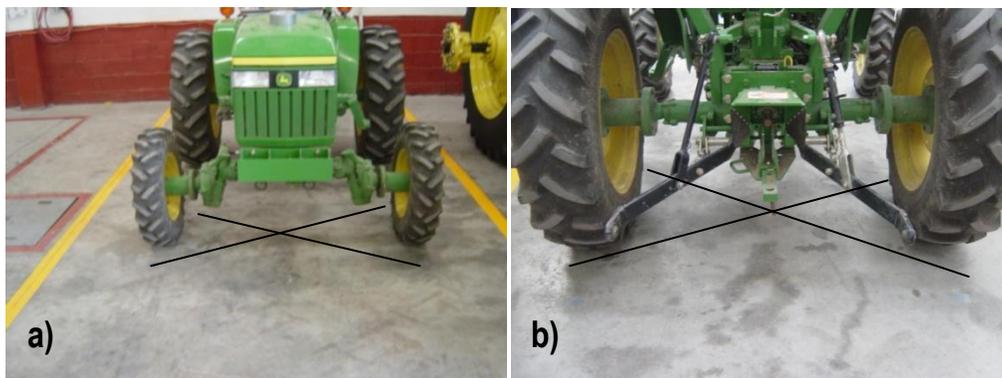




Figura 16 Determinación de puntos extremos delanteros, b) Determinación de puntos extremos traseros y c) Determinación de distancia entre ejes

2.7.2.1.1.5 Trocha y tamaño de llantas:

Trocha mínima:

El valor de trocha mínima frontal y trasera del tractor debe ser proporcionado por el fabricante y se compara en el tractor a probar, solamente si este trae fijada la trocha mínima.

Para medir la trocha se debe de ajustar antes la presión de inflado de las llantas delanteras y traseras con base a la información proporcionada por el fabricante de las llantas. Proyecte con una plomada los puntos extremo trasero de las llantas traseras y los puntos extremos delanteros de las llantas delanteras, mida el ancho de trocha delantera y trasera colocando una regla de dos metros o el flexometro entre las proyecciones, si hay diferencia entre el valor proporcionado y el medido entonces se tomará el valor medido en laboratorio.



Figura 17 Proyección de los puntos con la plomada de las llantas delanteras y traseras

Tamaño de llantas:

Se tomara el tamaño de llantas traseras y delanteras que lleve puestas el tractor a probar, estas deben ser la relación más pequeña de neumáticos utilizados en el tractor.

2.7.2.1.1.6 Asiento del tractor:

Se deberán de recabar las especificaciones del asiento montado al tractor, así como de sus asientos opcionales (si aplica). Para el caso de que la estructura de protección sea validada para otros modelos de tractores y estos tengan modelos de asientos diferentes al del tractor que será sometido a prueba, también se deberán proporcionar las especificaciones de los asientos.

En ocasiones es necesario quitar partes o piezas que obstaculizan la visualización de la información del asiento.

Tractor con posición reversible del operador (asiento y volante

reversible): Especificar si el tractor tienen un volante o asiento reversible

SI/NO

Marca / tipo / modelo de asiento:

El tipo de asiento se refiere al tipo de suspensión

Marca / tipo / modelo de asiento opcional (s), y posición del punto de referencia del asiento (PRA): Si son varios asientos opcionales ampliar como sea necesario.

Desplazamiento Horizontal

Este desplazamiento viene incluido en los dibujos del asiento, es el valor que especifica el recorrido total del asiento en el riel hacia delante y hacia atrás. Este valor debe ser comprobado en la unidad real para lo cual se tiene que recorrer el asiento completamente hacia atrás y marcar en un punto el recorrido del riel (con masquin o cinta), después se recorre el asiento completamente hacia delante y se mide con una regla de la marca anterior a la ubicación actual del riel.

Para determinar el desplazamiento horizontal se procede de la siguiente manera:

- 1) Asegúrese de que el asiento este en su máximo recorrido hacia atrás y coloque una cinta masquin sobre el riel.
- 2) Ahora ponga el asiento en su máximo recorrido hacia adelante y coloque otro pedazo de cinta masquin sobre el riel.
- 3) Mida la distancia entre los dos puntos de las cintas y ese será el máximo recorrido horizontal del asiento.

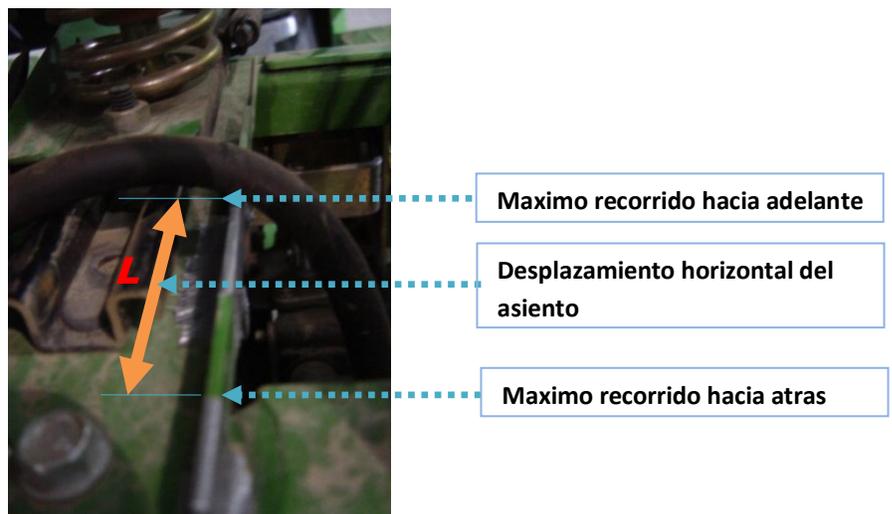


Figura 18 Medición entre máximo recorrido hacia atrás y hacia adelante del asiento

En ocasiones no se puede ver el riel, porque en esos casos será a consideración del responsable de prueba que punto tomar, que permita la medición confiable del desplazamiento.

Desplazamiento Vertical.

Este desplazamiento viene incluido en los dibujos del asiento y es que tanto se puede recorrer hacia arriba o hacia abajo el asiento con los ajuste de la suspensión, respaldo u otros que permitan desplazamiento vertical.

Para determinar el desplazamiento vertical del asiento se procede de la siguiente manera:

1. Asegurarse de que la suspensión del asiento se encuentre en su punto más alto de recorrido.
2. Mida la distancia de un punto del asiento con la suspensión sin carga respecto de un punto de referencia del tractor. Anote la medida.



*Figura 19 Distancia de un punto del asiento respecto de un punto de referencia del tractor
(Suspensión sin carga).*

3. Cargue la suspensión del asiento de tal manera que esta llegue a su punto más bajo de recorrido.
4. Mida la distancia del mismo punto del asiento; respecto al mismo punto de referencia anterior del tractor.



*Figura 20 Distancia de un punto del asiento respecto de un punto de referencia del tractor
(Suspensión totalmente cargada)*

5. La diferencia entre los valores calculados en los puntos 2 y 4 será el desplazamiento horizontal.

Anclaje del cinturón:

Especificar el tipo de anclaje que tiene el cinturón por lo regular son Pélvicos, para ella pueden revisar en el manual de operador, y verlo físicamente en el tractor.

Montaje del asiento en el tractor:

Especificar qué tipo de montaje es, describir como viene fijado el asiento al tractor, por medio de tornillos, directamente a la plataforma, diferencial o escalón.

Otros componentes del asiento:

Especificar si aparte de los componentes esenciales el asiento cuenta con componentes adicionales como lo son descansabrazos reclinador, compartimiento para manual de operador, entre otros.

Posición del asiento en la prueba:

Si se realiza la prueba opcional de resistencia del asiento esta parte será necesaria recabar, aquí se debe de especificar los ajustes que se le dieron a los desplazamientos horizontal y vertical del asiento, y si la prueba se realizo con el asiento montado al tractor o fue necesario quitarlo.

Parte frontal del tractor capaz de soportar al tractor en una volcadura

Especificar que parte es la que resiste, si cuenta con modelo ponerlo y la marca.

2.7.2.1.1.7 Masas utilizadas para el cálculo de las cargas

2.7.2.1.2 Especificaciones de la estructura de protección.

2.7.2.1.2.1 Fotografías lateral y trasera, que muestren detalles del montaje que incluyan guardafangos.

Estas fotografías son convenientes sacarlas cuando el tractor y estructura hayan sido montados en el banco de pruebas, debido a que este no tendrá llantas traseras y se

apreciara mucho mejor los detalles de las fijaciones y guardafangos. Sin embargo esto está a consideración del RP.

2.7.2.1.2.2 Esquema de la parte frontal y trasera de la estructura en particular la posición de los puntos de referencia del asiento (PRA) y detalles del montaje y la posición de la parte delantera del tractor capaz de soportar el tractor caso de volcadura (si es necesario). Descripción general de la forma de la estructura de protección y la construcción (normalmente por lo menos una escala de 1 / 20 para los planos generales y 1/2.5 para la elaboración de los datos adjuntos). Las principales dimensiones que figura en los planos, incluyendo las dimensiones exteriores del tractor con estructura de protección fija y partes de las dimensiones interiores.

2.7.2.1.2.3 Breve descripción de lo que comprende la estructura de protección:

Se describe la estructura de protección la cual debe incluir el tipo de construcción, detalles de los montajes, detalles de revestimientos y rellenos (refuerzos), si tiene algún refuerzo que genere resistencia, medios de accesos, escape y si cuenta con un bastidor adicional. Así como detalles de la parte frontal resistente a la volcadura si es necesario.

2.7.2.1.2.4 Estructura abatible / no abatible, reclinable / no reclinable

Especificar el tipo de estructura, en caso de que sea abatible o reclinable, será necesario especificar si se abate o reclina con ayuda de herramientas.

Detalle de los materiales usados en la construcción de la estructura de protección y especificaciones del acero utilizado.

Se deben anotar las especificaciones de las partes, material, y tamaños; del bastidor principal, los montajes, tornillos de ensamble y montaje. Así como especificar los revestimientos en el techo, consola, cabina, piso y el tipo, grado y tamaño de vidrio.

También incluir las partes, material y tamaño de la parte frontal resistente a la volcadura.

Detalles de refuerzos en las partes originales del fabricante del tractor.

Se incluye partes, material y tamaños de los refuerzos, es decir; estructuras, marcos, soportes que son adicionales al diseño original de la estructura de protección, los cuales proveen a la estructura más resistencia.

Comportamiento en clima frío (resistencia a la fractura)

Debido a que en nuestro país no prevalece un clima frío que pueda influir en la resistencia de las estructuras de protección, este apartado no aplica.

Tractor al cual la estructura de protección está fija ó Tractores a los cuales la estructura de protección aplica.

Tractor al cual la estructura de protección está fija.

Esta información es del tractor que se va a probar, lo cual a mayoría de los datos requeridos en esta tabla ya fueron medidos o recabados, en el caso de las masas se especifica las que proporciona el fabricante en la información proporcionada, así como la distancia entre ejes y las trochas mínimas.

Tractores a los cuales la estructura de protección aplica.

Se debe adicionar en el cuadro a los tractores que también aplica la prueba de la información proporcionada por el fabricante y verificada en cada tractor.

Tamaño de llantas que se pueden montar.

Se registran todas las combinaciones de llantas posibles que puedan tener los tractores para las cuales aplica la estructura y cuya prueba es válida.

NOTA: Si por algún motivo se encuentra una diferencia de información verificada entonces el RP pondrá en el formato la información físicamente recabada en el equipo de prueba.

2.7.2.2 PROCEDIMIENTO 2: “P-ROPS-02” Determinación del punto de referencia del asiento.

2.7.2.2.1 Alinear el tractor:



Figura 21 Alineación del tractor

2.7.2.2.2 Posición del asiento y el ajuste para la prueba.

2.7.2.2.2.1 Cuando la posición del asiento es regulable, el asiento debe ajustarse a su posición superior trasera;

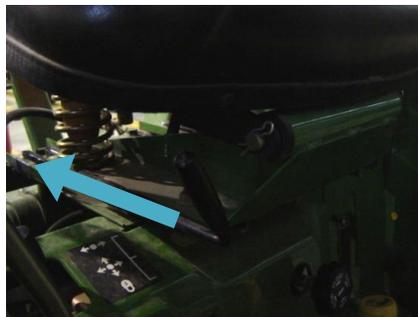


Figura 22 Ajuste del asiento en su máximo recorrido hacia atrás

2.7.2.2.2.2 Donde la inclinación de la bandeja de respaldo y el asiento es ajustable, éstos deberán ajustarse de modo que el punto de referencia esté en su posición superior trasera;

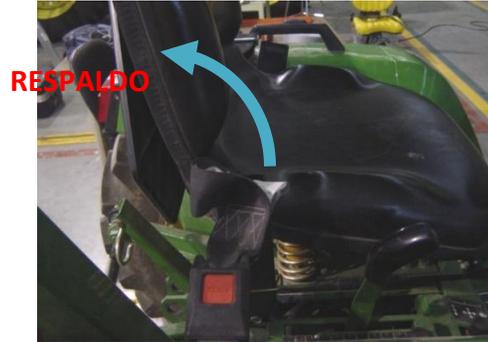


Figura 23 Inclinación de respaldo del asiento

2.7.2.2.3 Cuando el asiento está equipado con suspensión, éste deberá ser bloqueado a mitad de viaje.

Para determinar la posición media de la suspensión del asiento se procede de la siguiente manera:

- 1) Asegurarse de que la suspensión del asiento se encuentre en su punto más alto de recorrido.
- 2) Mida la distancia de un punto del asiento con la suspensión sin carga; respecto de un punto de referencia del tractor. El valor obtenido será colocado en el formato digital *F-ROPS-02 hoja 1*. (Anexo 2a).



Figura 24 Distancia de un punto del asiento respecto de un punto de referencia del tractor
(Suspensión sin carga)

- 3) Cargue o haga actuar la suspensión del asiento con un tensor simulando el máximo peso que resiste haciendo que se posicione en su posición más baja de recorrido.



Figura 25 Posición más baja de la suspensión

- 4) Mida la distancia del mismo punto del asiento; respecto al mismo punto de referencia anterior del tractor. El valor obtenido será colocado en el formato digital *F-ROPS-02 hoja 1*.



Figura 26 Distancia de un punto del asiento a un punto de referencia del tractor

En el formato *F-ROPS-02 hoja 1*, automáticamente calcule la distancia media de recorrido de la suspensión restando la distancia obtenida en el paso 4 de la distancia

obtenida en el paso 2, dividiendo este resultado entre 2 y sumándose al obtenido en el paso 4.

2.7.2.2.4 Cuando la posición del asiento es ajustable longitudinal y vertical, el eje que pasa por el punto de referencia, plano medio longitudinal del asiento (eje que corta el asiento de su parte media) deberá ser paralelo al plano vertical longitudinal del tractor que pasa por el centro del volante y no más de 100 mm de separación de ese plano (es decir el plano longitudinal que corta el asiento debe de coincidir con el plano vertical del asiento).

2.7.2.2.3 Determinación del punto de referencia del asiento.

Punto de referencia del asiento.

2.7.2.2.3.1 El dispositivo de madera se coloca en el asiento.



Figura 27 Dispositivo de madera

2.7.2.2.3.2 Monte el sistema portátil medidor de coordenadas y asegúrese de que desde donde está fijado alcance a palpar el centro del volante y el respaldo superior de dispositivo de madera, para ver el alcance de la medición, conecte y ponga en marcha el brazo como lo especifica su instructivo *I-SPMC*. La parte donde monte el SPMC varía según el modelo del tractor, si es necesario utilizar una base adicional debe cuidar de que esta quede fija no permitiendo ningún movimiento de la fijación del SPMC.



Figura28 Montaje de SPMC al tractor

2.7.2.2.3.3 Cuando el volante de dirección sea ajustable, se tiene que ajustar en su posición media, según sea el mecanismo de ajuste.

2.7.2.2.3.4 Alinee el SPMC con el plano medio del tractor, como lo especifica el I-ROPS-01. (Anexo 5)

2.7.2.2.3.5 Alinee con el sistema de coordenadas, la línea central que corta el dispositivo de madera con el centro del volante del tractor.

2.7.2.2.3.6 Una vez alineado el dispositivo de madera, cárguelo con una masa de 56 Kg (550 N), la masa se colocan haciendo coincidir en el área marcada en el dispositivo de madera, enseguida se presionan sus dos respaldos ligeramente contra el respaldo del asiento, cuidando que el ángulo de inclinación de los respaldos del dispositivo de madera este entre $7.5^\circ \pm 0.2^\circ$.



Figura 29 Asiento cargado con masa de 550 N



Figura 30 Nivelación de respaldo con nivel digital

2.7.2.2.3.7 Enseguida asegure el asiento en la posición media de recorrido de la suspensión, esto se logra ajustando la suspensión a dicha distancia mediante el mecanismo con el que esta cuenta, la cual puede ser medida con un flexometro;

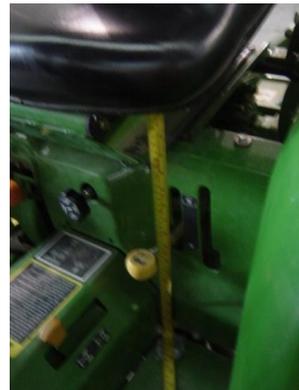


Figura 31 Ajuste de asiento en su posición media de la suspensión

2.7.2.2.3.8 Con el sistema portátil medidor de coordenadas instalado y alineado, mida las coordenadas X, Y y Z de 4 puntos A, B, C y D que se muestran en la figura del formato F-ROPS-02 hoja 1

Nota: La distribución de los puntos es indistinta, solo hay que cuidar que estén lo mas alejados posible uno del otro y que se encuentren en la línea que corta a la mitad al dispositivo de madera. Ya que entre más alejado estén se calculará mejor la inclinación del dispositivo de madera.

La coordenada en X es que tanto se encuentra desviado el plano medio del asiento del conductor con respecto al plano medio del tractor y debe ser proporcionada por el fabricante. En los casos cuando el fabricante especifica que el plan del asiento está alineado con el plano medio del tractor los valores en X tomados con el brazo son los más cercanos a cero.

Medición del Punto A (1)



Figura 32 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto A con el SPMC

Medición del Punto B (2)

Para poder localizar el punto B se coloca una regla de 150 mm recargada en los contrapesos, la abertura que se observa en el dispositivo de madera es de 100 mm y se determina que numero de la regla coincide justo a la mitad de la abertura, es decir a los 50 mm y en ese punto en la parte más baja de la regla se localiza el punto B.



Figura 33 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto B con el SPMC.

Medición del Punto C (3)



Figura 34 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto C con el SPMC

Medición del Punto D (4):



Figura 35 Medición de las coordenadas X, Y y Z del punto D con el SPMC

En el formato impreso F-ROPS-02 (Hoja 1), se anotan los valores de las coordenadas en X, Y y Z de los puntos hasta el momento medidos (A, B, C y D) enseguida estos valores se introducen a la hoja de calculo F-ROPS-02 (Hoja 1) para que automáticamente la Hoja 2 calcula las coordenadas del PRA.

Medición del Punto 5:



Figura 36 Medición de las coordenada X, Y y Z del punto 5

2.7.2.2.3.9 Enseguida se localiza el PRA en el tractor, esto se hace fijando la coordenada en Y y Z obtenidas en el formato digital F-ROPS-02 hoja 2 (Anexo 2b), el valor de dichas coordenadas se fijan en cada guardafango o en los costados de la estructura de protección según corresponda a las coordenadas obtenidas. Si es necesario quite el asiento del conductor. Si la ubicación del brazo no le permite localizar en ambos lados el PRA, localícelo solo en uno y proyecte y mida su ubicación para localizar el del otro extremo, o bien reposicione el brazo como lo especifica el I-ROPS-02.

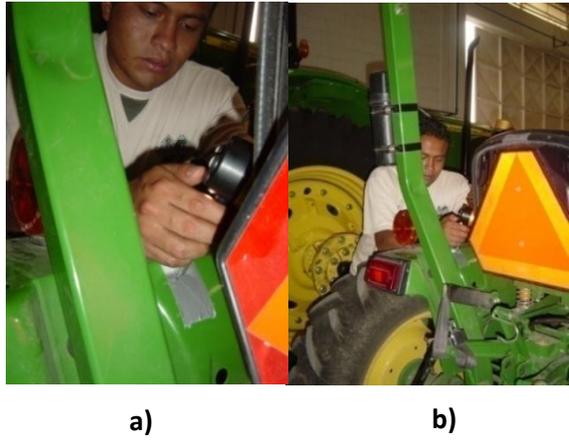


Figura 37 a) y b). Fijación del PRA en el tractor

2.7.2.2.3.10 Se toma la posición del centro del eje trasero del tractor (punto 6) del formato F-ROPS-01. Esto es para determinar a qué distancia del centro del eje trasero del tractor se encuentra localizado el PRA. Para determinar la posición se toma proyectando en el suelo el PRA, esto se hace colocando un perfil paralelo al PRA y en los dos extremos de el perfil se proyecta al suelo mediante una plomada y se marcan los puntos en el suelo, después se proyectan las llantas traseras en el suelo a partir de su plano medio adelante y atrás de cada una de las dos llantas traseras y se unen los puntos en forma cruzada, donde se interceptan las líneas será el eje trasero. La distancia entre estos dos puntos será la distancia horizontal entre el PRA y el eje trasero.

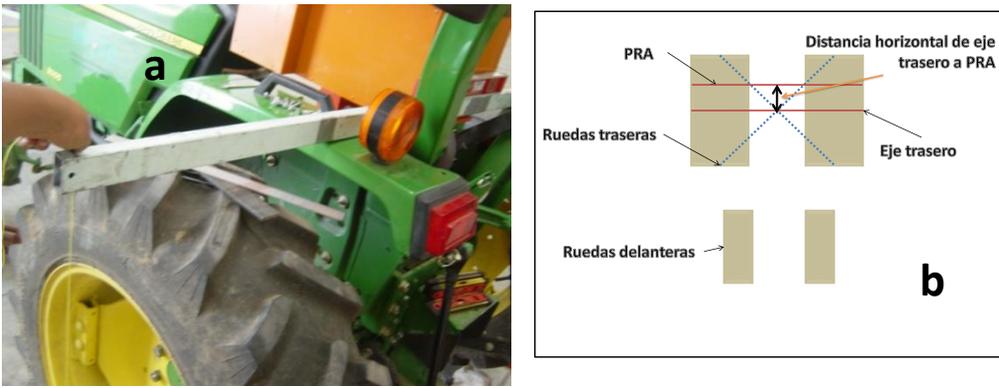


Figura 38 a) Proyección de PRA al suelo y b) Medición de la distancia en Y entre PRA y centro de eje trasero (punto 6)

2.7.2.2.3.11 . Posteriormente se mide la distancia en Z entre eje trasero y el PRA, esto se hace midiendo con un trusquin, perfil y cinta o flexometro la diferencia de alturas entre el eje trasero y PRA, con el perfil se mide la distancia del PRA con respecto al suelo marcándolo en el perfil como se muestra en la fig. a), en seguida con el trusquin se proyecta con respecto al suelo el centro de eje trasero fig. b), esta altura se proyecta en el perfil y se marca el punto fig. c), posteriormente con cinta o flexometro se mide la distancia entre PRA y centro de eje trasero en Z.



Figura 39 Proyección del PRA al suelo, proyección de eje trasero en trusquin, proyección de trusquin en perfil, y medición de distancia entre eje y PRA (punto 6)

Este punto sirve hacer referencia a la ubicación del punto de referencia con respecto al eje trasero.

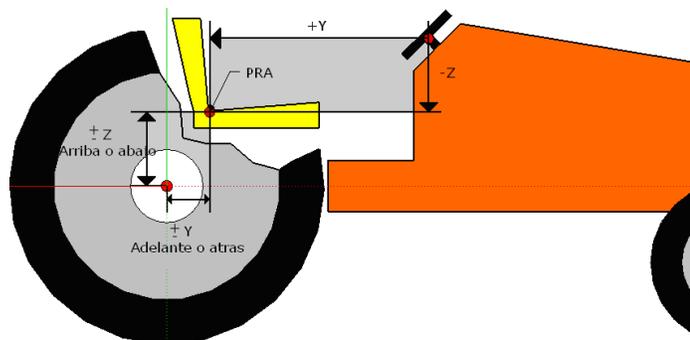


Figura 40 Localización del PRA y distancia al centro de la masa del eje trasero del tractor

2.7.2.2.3.12 En el formato impreso F-ROPS-01 (Hoja 1), se anotan los valores de las coordenadas en Y y Z de los puntos 5 y 6, posteriormente estos valores se introducen a la hoja de cálculo F-ROPS-02 (Hoja 1 y 2) para que automáticamente calcule la ubicación del PRA con respecto al asiento y eje trasero.

Nota: Para el caso en que se cuente con asientos opcionales, el PRA será localizado para cada uno de los asientos, siguiendo el mismo procedimiento, para lo cual el asiento opcional deber fijarse al tractor a probar. La dimensión máxima que comprende el punto de referencia del asiento de todas las opciones ofrecidas se usara durante las pruebas.

2.7.2.3 PROCEDIMIENTO 3: “P-ROPS-03” *Determinación de las dimensiones de la estructura de protección*

Este estudio comprende la medición de las dimensiones de la estructura de protección montada al tractor agrícola, estas medidas serán anotadas en el formato *F-ROPS-03 “Captura de las dimensiones de la estructura de protección”*. (Anexo 3).

2.7.2.3.1 Alinear el tractor;

Se parte de que el tractor no ha sido movido.

2.7.2.3.2 Fijación de la zona de seguridad;

Debido a que la mayoría de las dimensiones a determinar son con base a la localización del PRA, es necesario localizar físicamente el PRA en el tractor y colocar la maqueta de la ZDS.

2.7.2.3.2.1 Si el asiento está montado, se desmonta del tractor y de los puntos localizados en el tractor en el procedimiento P-ROPS-02 “Determinación del PRA” se unen los puntos por medio de un lazo o cordón.



Figura 41 Unión de los puntos del PRA

2.7.2.3.2.2 Posteriormente se coloca la zona de seguridad, alineada al centro del volante de dirección y a la altura del cordón o lazo puesto. Las dimensiones de la ZDS son mostradas en el (Anexo 9)



Figura 42 a) Alineación de zona de seguridad con centro de volante y b) a la altura del lazo

A continuación se describe los pasos para poder determinar las dimensiones de la estructura de protección y poder llenar el formato *F-ROPS-03, Captura de las dimensiones de la estructura de protección*, (Anexo 3).

2.7.2.3.3 Altura de los miembros del techo sobre el punto de referencia del asiento.

Para determinar esta altura es necesario realizar lo siguiente:

2.7.2.3.3.1 Distancia del suelo al techo de la estructura.

2.7.2.3.3.1.1 Se coloca el tubular en el suelo y se nivela con el nivel de burbuja magnético de tal manera que este pase perpendicularmente por el punto más alto del techo.



Figura 43 Colocación del tubular

2.7.2.3.3.1.2 Manteniendo el tubular en la misma posición, con ayuda del nivel se proyecta horizontalmente el punto más alto del techo sobre el tubular, y se pega una tira de masquin sobre este para marcar la proyección del punto.



Figura 44 Altura del suelo al Techo (punto más alto del techo)

Nota: La forma de nivelación del tubular y la proyección de punto sobre él, será el mismo en todo el procedimiento. Todas las proyecciones deben realizarse en la misma superficie del tubular (es decir en el mismo lado).

2.7.2.3.3.2 Distancia del suelo al PRA.

2.7.2.3.3.2.1 Manteniendo el tubular en la misma posición, nuevamente con ayuda del nivel, se proyecta horizontalmente el punto de referencia del asiento sobre el tubular.



Figura 45 Proyección del PRA sobre el tubular

2.7.2.3.3.2.2 De esta manera se obtiene la altura de los miembros del techo sobre el PRA, midiendo la separación de las proyecciones trazadas en los puntos 4.3.1.2 y 4.3.2.1, sobre el tubular.



Figura 46 Medición de la altura de los miembros del techo sobre el punto de referencia

2.7.2.3.4 Altura de los miembros del techo sobre la plataforma del tractor.

2.7.2.3.4.1 Se coloca el tubular en el suelo perpendicularmente a la plataforma y se nivela.

2.7.2.3.4.2 Manteniendo el tubular en la misma posición, con ayuda del nivel se proyecta horizontalmente el punto de la plataforma sobre el tubular.



Figura 47 Proyección de la plataforma en el tubular

2.7.2.3.4.3 En el paso 2.7.2.3.3.1 se obtuvo la marca del punto más alto de los miembros del techo. Por lo que podemos obtener la altura de este a la plataforma midiendo sobre las dos marcas correspondientes del tubular.

2.7.2.3.5 Ancho interior de la estructura de protección a 900 mm sobre el punto de referencia del asiento.

2.7.2.3.5.1 La altura a la cual se ubica la zona de seguridad con respecto del punto de referencia es de 900 mm, a nivel de dicha altura se mide con el flexometro el ancho interior de la estructura de protección.



Figura 48 Ancho interior de la estructura de protección a 900 sobre el PRA

2.7.2.3.6 Ancho interior de la estructura de protección verticalmente sobre el punto de referencia del asiento al nivel del centro del volante de dirección.

2.7.2.3.6.1 Nuevamente con ayuda del nivel se proyecta horizontalmente el punto del centro del volante sobre la zona de seguridad montada, marcando con el bolígrafo dicha proyección.

Este punto se mide siempre y cuando el punto de referencia está ubicado dentro de los postes inferiores del marco y no en los guardafangos.



Figura 49 Proyección de la altura del volante en la maqueta de la ZDS

2.7.2.3.6.2 Con el flexometro se mide el ancho interior de la estructura de protección a nivel de la proyección. En marcos de dos postes este punto se mide siempre y cuando el PRA esté ubicado dentro de los postes inferiores del marco no en los guardafangos. Para fines demostrativos este punto se ha medido.



Figura 50 Medición del ancho interior de la estructura a nivel del volante

2.7.2.3.7 Altura total del tractor con la estructura de protección fija.

Esta altura se obtuvo en el punto 2.7.2.3.3.1

2.7.2.3.8 Ancho total de la estructura de protección (especificar si se incluyen guardafangos).

2.7.2.3.8.1 Se debe registrar el ancho más grande posible, por lo que se mide el ancho de la estructura de protección a diferentes alturas y se determina cual de todas estas medidas es la más grande.

Nota: En caso de que los guardafangos estén reforzando la estructura de protección, entonces la medición del ancho total de la estructura incluirá los guardafangos.



Figura 51 Medición del ancho de la estructura de protección

2.7.2.3.9 Distancia horizontal del punto de referencia del asiento a la parte trasera de la estructura de protección a una altura de 900 mm sobre el punto de referencia del asiento.



Figura 52 Distancia horizontal del PRA a la parte trasera de la estructura a 900 mm sobre el PRA

2.7.2.3.9.1 La altura a la cual se ubica la zona de seguridad con respecto del punto de referencia es de 900 mm. A nivel de dicha altura se mide con el flexometro la distancia horizontal del punto de referencia a la parte trasera de la estructura de protección, fijando sobre esta última una tabla transversal.

2.7.2.3.10 Posición (con respecto al eje trasero) de la parte frontal del tractor capaz de soportar al tractor en caso de volcadura.

Este valor es proporcionado por el fabricante el tractor, es localizado a partir del eje trasero del tractor en coordenadas Y y Z.

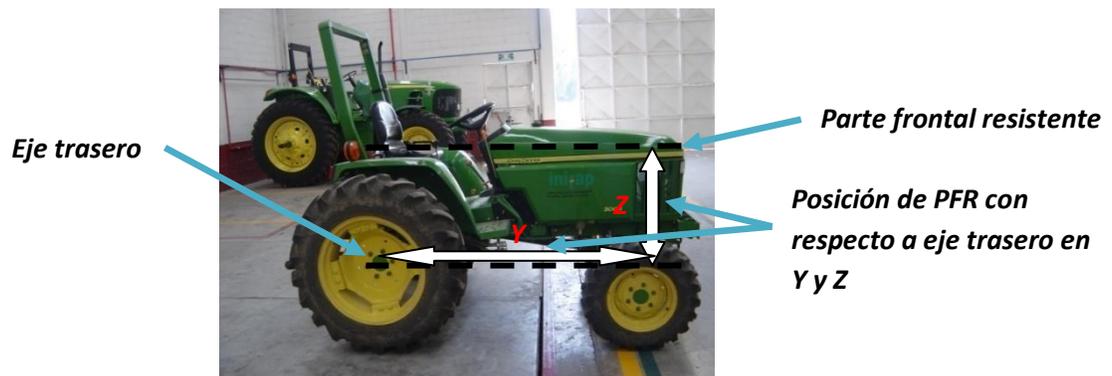


Figura 53 Localización del punto frontal resistente a la volcadura en Y y Z

2.7.2.4 PROCEDIMIENTO 4. “P-ROPS-04” *Instalación del tractor ó chasis en el banco de pruebas.*

2.7.2.4.1 Coloque en la plataforma del banco de pruebas, las tres placas de intercepción al piso próximas a la colocación final del tractor a prueba.



Figura 54 Colocación de las placas de intercepción al piso

Nota: Es importante que solo coloque las placas sin fijarlas, debido a que en ocasiones es necesario moverlas cuando el tractor o el chasis está en la plataforma.

2.7.2.4.2 Suba el tractor ó chasis a prueba a la plataforma del banco, lo puede subir con la grúa cuidando que este bien fijado o bien coloque rampas en la plataforma del banco de pruebas y suba el tractor por ellas,



Figura 55 Colocación del tractor ó chasis en la plataforma

Nota: Asegúrese de que la colocación del tractor proporcione la separación necesaria, para instalar el actuador hidráulico que se utiliza para las cargas longitudinal y lateral.

2.7.2.4.3 Coloque en la parte trasera del tractor (en medio de los ejes) un gato hidráulico, súbalo hasta que las llantas traseras queden completamente suspendidas.



Figura 56 Colocación de gato hidráulico en medio de los dos ejes traseros

2.7.2.4.4 Quite de cualquier lado la llanta trasera, aflojándole los tornillos de sus masas, inclínela hacia delante; asegúrela a la grúa caballete y retírela del área de pruebas.



Figura 57 Extracción de la llanta trasera del tractor

2.7.2.4.5 Enseguida sujete la base de fijación trasera con la grúa y colóquela encima de la placa de intersección al suelo, justo abajo del eje. En la colocación cuide que los refuerzos de la placa queden viendo hacia fuera.



Figura 58 Colocación de base de fijación trasera

2.7.2.4.6 Enganche la base de fijación delantera a la grúa, colóquela encima de la placa de intersección al suelo delantera, despegada del tractor. A diferencia del punto anterior los refuerzos pueden quedar viendo hacia dentro o hacia fuera (a conveniencia del evaluador).



Figura 59 Colocación de base de fijación delantera

2.7.2.4.7 Enganche la masa trasera a la grúa y colóquela en la masa del eje trasero del tractor, sujétela con los tornillos de fijación (con arandela de presión y tuerca) a la masa del tractor, haciendo coincidir sus 6 ó 8 orificios de ambos según sea el caso, procure apretar los tornillos al torque que especifique el manual de operador del tractor (como si apretara la fijación de las llantas).



Figura 60 Colocación de la masa trasera a eje

2.7.2.4.8 Sujete la base de fijación trasera con la masa trasera haciendo coincidir los 4 orificios de ambas y colocando los tornillos M24X100 (con arandela plana y tuerca), la masa trasera puede quedar por fuera o por dentro de la base de fijación trasera según sea más conveniente para el evaluador. En ocasiones será necesario mover la base manualmente empujándolas con una barreta y bajar o subir el gato hidráulico, para hacer coincidir los orificios y poder sujetarlas con los tonillos.



Figura 61 Fijación del tractor a la plataforma del banco de pruebas de un eje trasero

2.7.2.4.9 Quite la otra llanta y fíjela

2.7.2.4.10 Coloque en la parte delantera del tractor (en medio del eje delantero) un gato hidráulico, súbalo hasta que las llantas queden completamente suspendidas.



Figura 62 Colocación de gato hidráulico en eje delantero

2.7.2.4.11 Enganche la masa de fijación delantera a la grúa, colóquela en la parte delantera del tractor, donde estaban colocados los contrapesos delanteros, sujetándola con los tornillos de fijación, procure apretar los tornillos al torque que especifica el manual de operador del tractor (como si apretara la fijación de la base donde van montados los contrapesos delanteros).



Figura 63 Colocación de masa de fijación a eje delantero de tractor

2.7.2.4.12 Enseguida sujete la base de fijación delantera con la masa delantera haciendo coincidir los 4 orificios de ambas y colocando los tornillos M24X100 (con arandela plana y tuerca), la masa delantera puede quedar por fuera o por dentro de la base de fijación trasera según sea más conveniente para el evaluador. En ocasiones será necesario mover la base manualmente empujándola con una barreta y bajar o subir el gato hidráulico, para hacer coincidir los orificios y poder sujetarlos con los tornillos. Las llantas nunca deberán estar haciendo contacto con la plataforma del banco de prueba (soportando al tractor), si esto llegara a pasar entonces se tendrá que quitar completamente el aire a las llantas o de ser necesario quitarlas.



Figura 64 del tractor a la plataforma del banco de pruebas de la parte delantera

2.7.2.4.13 Aquí es posible definir si es necesario mover las placas de intercepción al piso o las bases de fijación manualmente, empujándolas con una barreta, ó en casos extremos mover el tractor con la grúa o ambos. El movimiento es necesario cuando los orificios de las base de fijación no coinciden con ningún orificio de las placas de intercepción al piso y/o los orificios de las placas de intercepción no coinciden con los orificios de la plataforma.

2.7.2.4.14 Proceda a anclar las placas de intercepción a la plataforma del banco de pruebas usando cuatro tornillos M24X100 y cuatro arandelas M24 para cada placa. Asegure las bases de fijación a las placas de intercepción usando por lo menos cinco tornillos M24X120, cinco arandelas M24 y colocando en la cabeza del tornillo una placa rectangular soporte, Apretar todos los tornillos a 750 N m. Con esto el tractor queda firmemente fijado a la plataforma listo para comenzar la prueba.



Figura 65 del tractor a la plataforma del banco de pruebas

2.7.2.5 PROCEDIMIENTO 5. “P-ROPS-05”. *Medición de las dimensiones de la estructura de protección.*

Esto se hace una vez que el tractor está fijado al banco de pruebas se procede a tomar las dimensiones de la estructura de protección, estas misma serán nuevamente medidas una vez que la prueba haya terminado sin mover el tractor del banco para tener la misma posición.

2.7.2.5.1 En el techo de la estructura, se marcan dos puntos (derecho e izquierdo) de referencia, de 300 a 600 mm aproximadamente de separación a lo ancho de la estructura, procure que los puntos queden en la parte más alta del techo y alineados entre sí.

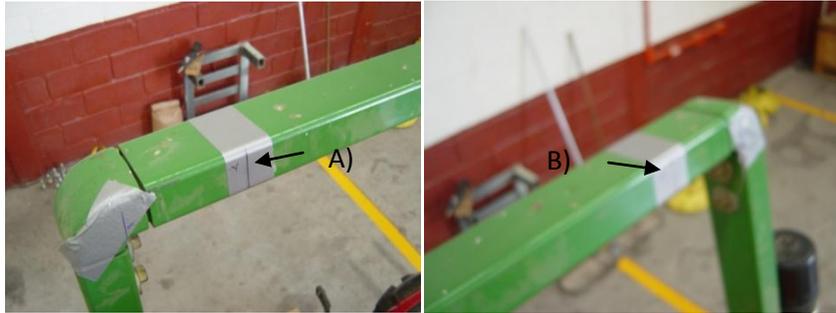


Figura 66 Marcado de puntos A) derecho y B) izquierdo en la estructura

2.7.2.5.2 Coloque el nivel de burbuja paralelo al plano medio del tractor, quedando la mitad del ancho de este justo en el punto derecho marcado en el techo. Póngalo a nivel verticalmente. Coloque un tubular en la plataforma del banco y alinéelo con el nivel de burbuja magnético de tal manera que este pase perpendicularmente por el punto más alto del techo.



Figura 67 Nivelación de punto derecho de la estructura

2.7.2.5.3 Manteniendo el tubular y el nivel en la misma posición, se proyecta horizontalmente la altura del punto derecho sobre el tubular, se pega una tira de masquin sobre este para marcar la proyección del punto.



Figura 68 Proyección de la altura del punto derecho

2.7.2.5.4 Enseguida en el mismo punto (punto derecho) vuelva a colocar el nivel de burbuja paralelo al plano medio del tractor, quedando la mitad del ancho de este justo en el punto. Póngalo a nivel verticalmente y colóquele un nivel para nivelarlo horizontalmente.



Figura 69 Nivelación del punto derecho

2.7.2.5.5 Una vez nivelado, coloque en la punta de este justo en su centro (sin perder su nivelación vertical y horizontal), una plomada con hilo suficientemente largo para que llegue a hacer contacto con la plataforma del banco de pruebas. Pegue un pedazo de cinta masquin en la plataforma, deje caer la punta de la plomada y marque el punto.



Figura 70 Proyección del punto derecho trasero

2.7.2.5.6 En el mismo punto, coloque el nivel de burbuja transversal al plano medio del tractor (hacia fuera), quedando la mitad del ancho de este justo en el punto. Póngalo a nivel verticalmente y colóquele un nivel para nivelarlo horizontalmente.



Figura 71 Nivelación del punto derecho lateral

2.7.2.5.7 Una vez nivelado, coloque en la punta de este justo en su centro (sin perder su nivelación vertical y horizontal), una plomada con hilo suficientemente largo para que llegue a hacer contacto con la plataforma del banco de pruebas. Pegue un pedazo de cinta masquin en la plataforma, deje caer la punta de la plomada y marque el punto.



Figura 72 Proyección del punto derecho lateral

2.7.2.5.8 Haga las mismas mediciones para el punto izquierdo. Las marcaciones se conservan hasta terminar la prueba de resistencia P-ROPS-07 “*Determinación de la resistencia de la estructura de protección*”.



Figura 73 a) Nivelación y b) proyección de punto izquierdo del tractor

2.7.2.5.9 Después de la prueba final de compresión P-ROPS-07, se procede a realizar las mismas mediciones de los puntos 2.7.2.5.1 al 2.7.2.5.8, como la estructura sufrió deformaciones las proyecciones de los puntos no coincidirán, la distancia de separación de los puntos proyectados antes y después de la prueba serán las deformaciones permanentes de las extremidades de la estructura de protección.



Figura 74 Proyección de puntos con la estructura de protección deformada después de prueba de resistencia

2.7.2.5.10 Para sacar la deformación superior mida la distancia entre puntos derechos antes y después de la prueba; y la distancia entre puntos izquierdo antes y después de la prueba, proyectados en el tubular con una regla de 300 ó 500 mm (figura 75) y anótelos en el formato *F-ROPS-04* “*Captura de las deformaciones permanentes del ROPS*”, debe asegurarse que las mediciones corresponda al mismo punto medido antes y después, no revuelva las proyecciones ya que generarían un error.



Figura 75 Medición de la deformación superior

2.7.2.5.11 Para determinar la deformación trasera mida la distancia entre los puntos derecho trasero antes y después de la prueba; y la distancia entre los puntos izquierdo antes y después de la prueba proyectados en la plataforma del banco en la parte trasera del tractor, la medición se realiza con una regla de 150 ó 300 mm según corresponda y una escuadra. Si los puntos proyectados después de la prueba están corridos hacia delante (con dirección a la parte delantera del tractor) con respecto a los puntos proyectados antes de la prueba entonces las deformaciones ocurridas fueron hacia delante, en caso contrario sería hacia atrás, anote las deformaciones medidas en el formato *F-ROPS-04*.

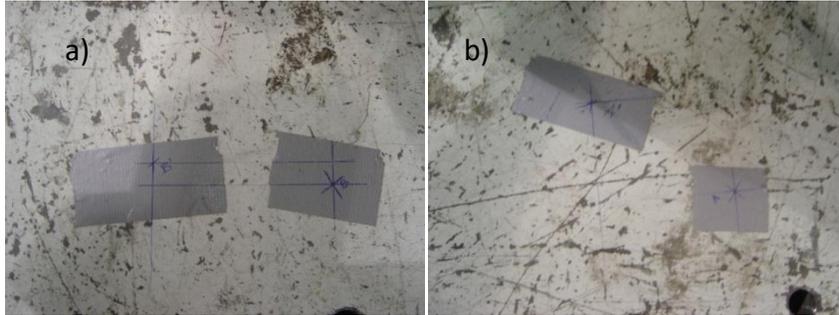


Figura 76 Medición de la deformación a) trasera izquierda y b) trasera derecha

2.7.2.5.12 Para determinar la deformación lateral mida la distancia entre los puntos derecho lateral antes y después de la prueba; y la distancia entre los puntos izquierdo lateral antes y después de la prueba proyectados en la plataforma del banco en las laterales del tractor, la medición se realiza con una regla de 150 ó 300 mm según corresponda y una escuadra (figura 77). Si los puntos proyectados después de la prueba esta corridos hacia la izquierda del tractor respecto a los puntos proyectados antes de la prueba entonces las deformaciones ocurridas fueron hacia la izquierda, en caso contrario sería hacia la derecha, anote las deformaciones medidas en el formato *F-ROPS-04*.

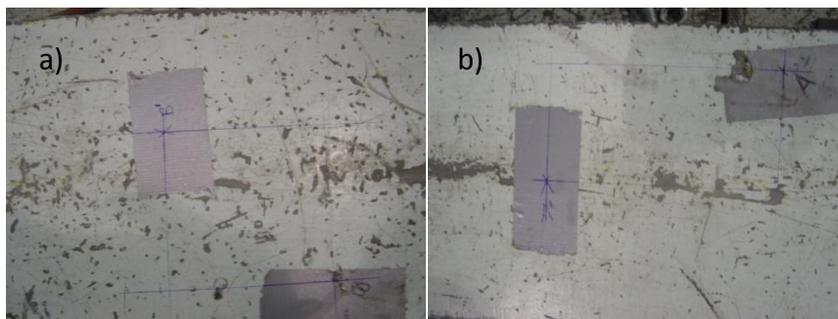


Figura 77 Medición de la deformación lateral a) derecha y b) izquierda

2.7.2.6 PROCEDIMIENTO 6. “P-ROPS-06”. *Localización del punto de referencia del asiento, colocación de la zona de seguridad para la prueba y proyección de líneas.*

NOTA: Estos puntos que en este procedimiento se describen se vuelven a medir si el tractor a probar no fuese el mismo que en el que se midió y tomo medidas en los procedimientos 1, 2 y 3 ya que el código trae la opción de probar en un tractor completo o en un chasis.

2.7.2.6.1 Si el tractor a probar tiene puesto el asiento, este deberá ser quitado.

2.7.2.6.2 Con el sistema portátil medidor de coordenadas instalado y alineado, se fija como punto inicial ($X= 0$, $Y= 0$, $Z= 0$) el centro del volante de dirección.

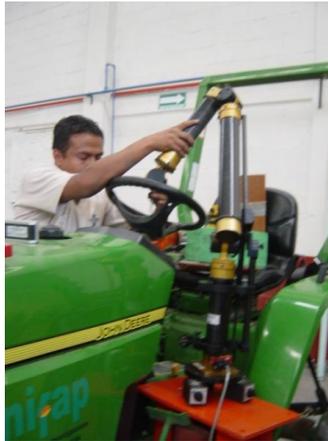


Figura 78 Fijación del centro del volante como punto inicial

2.7.2.6.3 Tractores con guardafangos:

2.7.2.6.3.1 Enseguida se localiza el PRA en el tractor, esto se hace fijando la coordenada en Y y Z obtenidas en el formato digital F-ROPS-02 (Hoja 2) del procedimiento P-ROPS-02, el valor de dichas coordenadas se fijan en cada guardafango o en los costados de la estructura de protección según corresponda a las coordenadas obtenidas, pegando un pedazo de masquin y marcando.



Figura 79 Fijación del PRA en el tractor

Nota: En ocasiones para localizar el PRA es necesario reposicionar el brazo.

2.7.2.6.3.2 Se unen los puntos por medio de un lazo o cordón.



Figura 80 Unión de los puntos del PRA

2.7.2.6.3.3 Se coloca la zona de seguridad a la altura del cordón o lazo puesto y se alinea con respecto al centro del volante de dirección.



Figura 81 Colocación y alineación de la zona de seguridad

2.7.2.6.4 Tractores sin guardafangos

2.7.2.6.4.1 Si el tractor a probar no lleva puestos los guardafangos, y si el punto no cae dentro de los costados de la estructura, a consideración del evaluador y comodidad, este tendrá que localizar el PRA como mejor le parezca, a juzgar por las características propias del tractor.

2.7.2.6.4.2 Se coloca la zona de seguridad a la altura del punto marcado y se alinea con respecto al centro del volante de dirección.

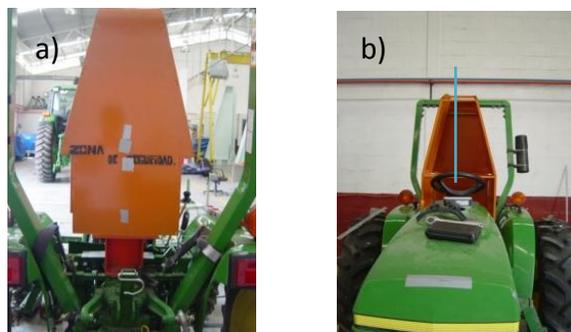


Figura 82 a) Colocación de zona de seguridad y b) alineación con respecto a centro de volante

2.7.2.6.5 Proyección de líneas

Una vez instalada la ZDS con respecto a la posición del PRA, se proyectaran líneas para verificar en prueba de resistencia que la estructura de protección no invada la ZDS.

2.7.2.6.5.1 En el techo de la estructura, se colocan dos lazos pegados con cinta gris, uno del lado derecho y otro del izquierdo (mirando el tractor de frente), procurando colocarlos donde termina la parte recta del techo y comienza el arco. Los extremos de los lazos se colocan pegados con cinta gris en la parte delantera del tractor que soportaría una volcadura hacia delante, conservando la misma separación entre lazo (si es posible).



Figura 83 Proyección de líneas en volcadura hacia delante

2.7.2.6.5.2 En el mismo lugar del trecho, se colocan dos lazos en el mismo lado que se va a aplicar la fuerza lateral, un extremo del lazo se coloca justo en la mitad de la rueda delantera del mismo lado y el otro extremo en la orilla del guardafango (si aplica) ó en la masa trasera, ambos del mismo lado.

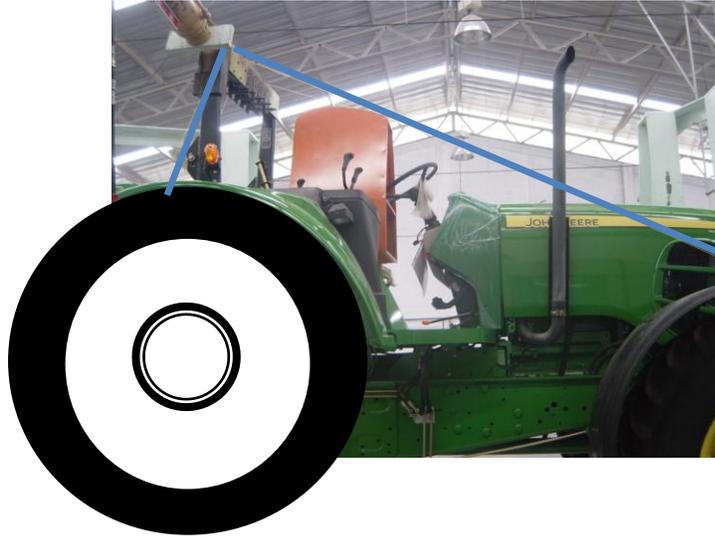


Figura 84 Proyección de líneas en volcadura lateral

2.7.2.6.5.3 En el mismo lugar del trecho, se colocan dos lazos (mirando el tractor de atrás), los extremos de los lazos se colocan justo en las masas traseras de lado que corresponda.



Figura 85 Proyección de líneas en volcadura hacia atrás

Nota: Para que los lazos se tensionen al aplicar las cargas, es posible colocar en los extremos de estos una plomada en los casos que se pueda.

2.7.2.7 PROCEDIMIENTO 7. "P-ROPS-07". *Determinación de la resistencia de la estructura de protección.*

2.7.2.7.1 Secuencia de pruebas:

2.7.2.7.1.1 El lado elegido para la aplicación de la primera carga será en la parte trasera de la estructura, a criterio del responsable de prueba, los resultados en la aplicación de la serie de carga serán bajo las más desfavorables condiciones de la estructura.

2.7.2.7.1.2 La carga lateral y la trasera se aplicaran en ambos lados del plano medio longitudinal de la estructura de protección. La carga frontal se aplicará en el mismo lado del plano medio longitudinal de la estructura de protección exactamente igual a la carga lateral.

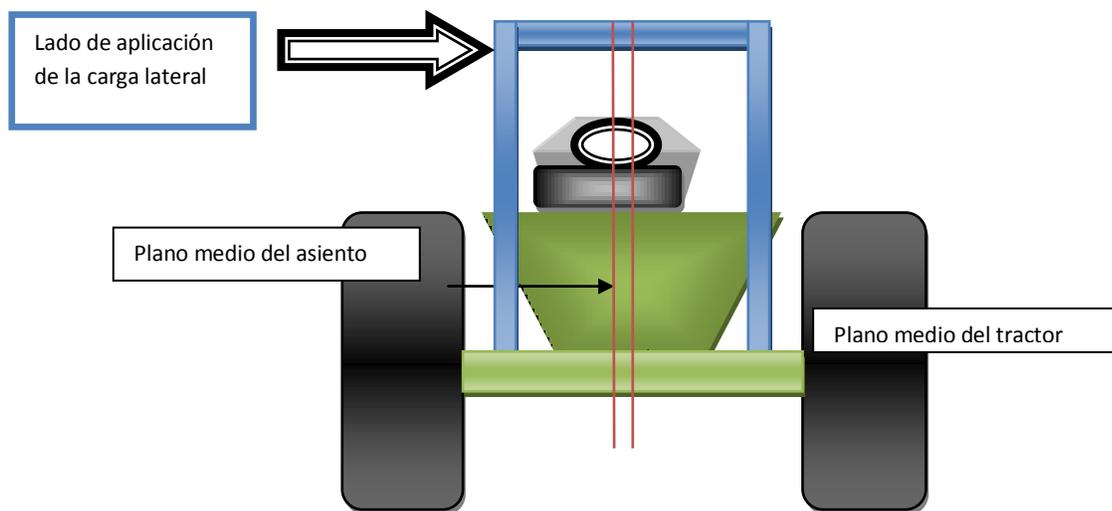


Figura 86 Plano medio del asiento con respecto al plano medio del tractor para localización de primera carga

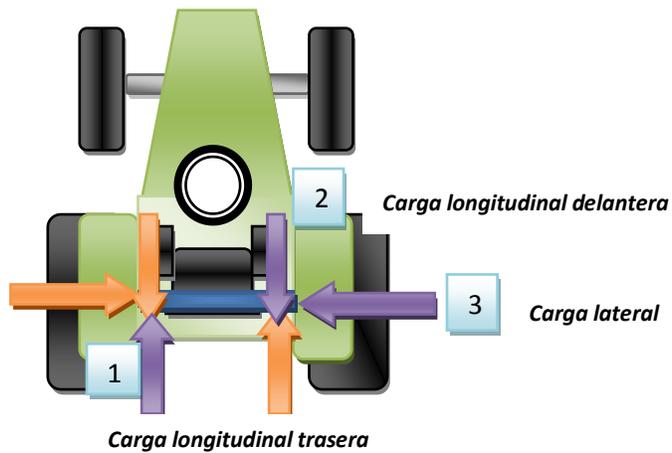


Figura 87 Secuencia de pruebas

2.7.2.7.2 Requisitos que se toman en cuenta durante las pruebas

- Si durante la prueba, alguna parte del tractor se fractura o se mueve, la prueba se reiniciara.
- Durante las pruebas no se debe de hacer ajustes o reparaciones al tractor o estructura de protección.
- La caja de transmisión del tractor estará en neutral y sin frenos durante las pruebas.
- Si el tractor está equipado con un sistema de suspensión entre el cuerpo del tractor y las ruedas, se deberá bloquear durante las pruebas.

2.7.2.7.3 Aplicación de cargas

2.7.2.7.3.1 Carga en la parte trasera.

2.7.2.7.3.1.1 La carga se aplicará horizontalmente en un plano vertical paralelo al plano medio del tractor.

2.7.2.7.3.1.2 El punto de aplicación de la carga deber ser en la parte del marco superior de la estructura de protección susceptible a tocar el suelo primero en un accidente de volcadura hacia atrás, normalmente en el borde superior.



Figura 88 Marco superior de estructura de protección

2.7.2.7.3.1.3 El plano vertical en el cual la carga es aplicada debe ser colocado a una distancia de $\frac{1}{3}$ del ancho exterior de la parte superior de la estructura desde el plano medio. Se mide la distancia desde el plano medio del tractor hasta el exterior de la estructura en su parte superior y se marca un punto desde la esquina superior de la estructura al plano medio del tractor a un tercio de la distancia medida.



Figura 89 Punto de aplicación de carga trasera

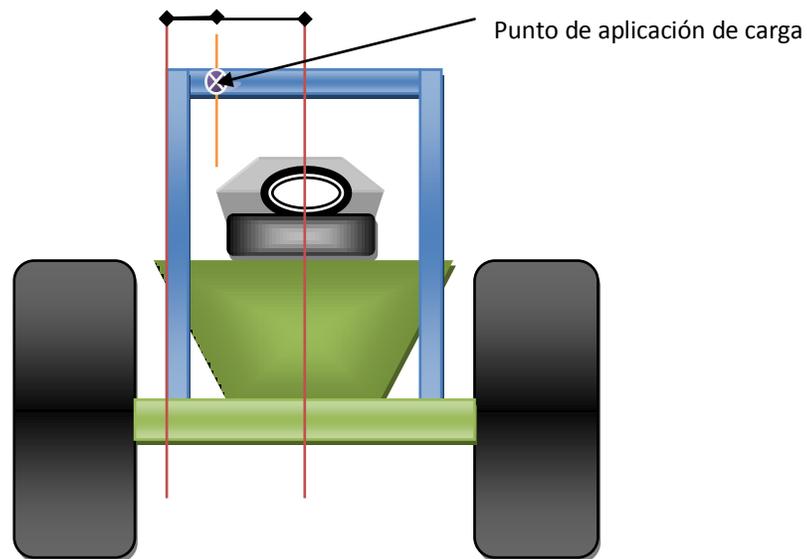


Figura 90 Medición y punto de aplicación de carga trasera

2.7.2.7.3.1.4 La longitud de la viga de aplicación de la carga que se coloca en la punta del cilindro, es la que corresponda a un tercio del ancho de la estructura de protección y no más de 49 mm mayor a esta.

Ejemplo:

- Ancho de la estructura desde su plano medio = 540 mm
- Largo mínimo de la viga = $540/3 = 180$ mm
- Largo máximo de la viga = $180 + 49 = 229$ mm
- Largo de viga que se acondiciona = 200 mm

Nota: El largo de la viga de aplicación de la carga según el ejemplo, es de 180 mm como mínimo y 229 mm como máximo.; los largos de vigas con los que se cuenta son de 200 mm a 700 mm con múltiplos de 50 mm (200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650 y 700), la longitud que se ajusta al rango es de 200 mm.

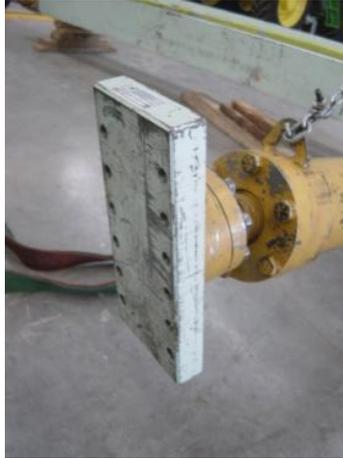


Figura 91 Viga de aplicación de carga trasera

2.7.2.7.3.1.5 El cilindro se posiciona en forma horizontal y paralelo al plano medio del tractor y se centra con el punto marcado en la parte superior de la estructura de protección localizado en el punto 2.7.2.7.3.4, el centro de la viga de carga debe de hacer contacto con el punto de aplicación de carga de la estructura de protección.



Figura 92 Posicionamiento de cilindro para prueba

NOTA: Si la estructura fuese curva o saliente en ese punto, dispositivos de carga pueden colocarse para que permita que la carga se añada, sin que por ello resulte reforzada la estructura.

2.7.2.7.3.1.6 La energía absorbida por la estructura de protección durante la prueba será la que resulte de la siguiente fórmula se obtiene al sustituir la masa M , y la distancia entre ejes L dadas en el registro F-ROPS-01 "Captura de la información técnica del tractor y estructura de protección sujetos a prueba este valor se fija en el programa "INIFAP ROPS Tests" junto con la velocidad de desplazamiento del vástago de 0.5 mm/ seg.

$$E_{ii} = 2.165 \times 10^{-7} ML^2$$

2.7.2.7.3.1.7 Para los tractores con la posición del conductor reversible (asiento y volante reversibles), la energía será la que sea la más alta de la fórmula seleccionada arriba o por la siguiente:

$$E_{ii} = 500 + 0.5 M$$

2.7.2.7.3.1.8 Se comienza a aplicar la energía, vigilando que esta se aplique uniformemente, es decir que la viga de aplicación de carga se mueva y solo este empujando una parte de ella a la estructura, si se observa algún peligro o falla en la aplicación es recomendable cesarla para corregirla y comienzan nuevamente la carga.



Figura 93 Aplicación de carga trasera

2.7.2.7.3.1.9 Durante la prueba, la estructura de protección se examina para ver si alguna parte de ella ha entrado en la zona de seguridad. Y verificar si alguna parte de la zona de seguridad está fuera de la estructura de protección. Hay que tensionar las proyecciones de líneas observe de frente y de perfil que ninguna línea toque la ZDS.



Figura 94 Verificación de zona de seguridad

2.7.2.7.3.1.10 Cese la carga.

2.7.2.7.3.1.11 Una prueba de sobrecarga se llevará a cabo en caso de que la fuerza disminuya en más de un 3 % sobre el último 5% de la deformación alcanzada cuando la energía requerida es absorbida por la estructura.

2.7.2.7.3.1.11.1 La prueba de sobrecarga se aplicara en incrementos graduales de la carga horizontal con incrementos de 5% de la energía inicial requerida, hasta un máximo del 20 % de la energía adicional.

- La prueba de sobrecarga será satisfactoria si, después de cada incremento del 5, 10 o 15 por ciento en la energía requerida, la fuerza cae en menos del 3 por ciento por cada 5 por ciento del incremento mientras permanece mayor a $0.8 F_{\max}$.

- La prueba será satisfactoria si después de que la estructura halla absorbido el 20% de la energía adicional la fuerza sobrepasa el 0.8 F max.
- Durante la prueba de sobrecarga, se permitirán fracturas o fisuras adicionales y/o la invasión o la falta de protección de la zona de seguridad, debido a la deformación elástica. Sin embargo, después de remover la carga, la estructura no deberá invadir la zona de seguridad, la cual deberá estar completamente protegida.

2.7.2.7.3.1.12 Terminada la carga longitudinal elementos, las articulaciones y los dispositivos de fijación, se examinarán visualmente para detectar fracturas o grietas.

2.7.2.7.3.2 Primer prueba de compresión.

2.7.2.7.3.2.1 La viga se colocará sobre el travesaño superior de la estructura de protección. El plano medio vertical y horizontal de la viga de compresión se situará en el plano medio del tractor.



Figura 95 Colocación de viga de compresión

Nota: En ocasiones es necesario colocar un dispositivo que permita la uniformidad en la aplicación de la carga, sobre todo en estructuras de dos postes inclinadas, los dispositivos deben ser fabricados según las necesidades y características de la estructura de protección, a juzgar por el evaluador.



Figura 96 Dispositivo para aplicación de fuerza

2.7.2.7.3.2.2 Se le aplica una fuerza de compresión F sustituyendo el valor de masa M a la fórmula $F_v = 20M$, este valor se le resta el valor de masa en Newton de la viga de compresión y se fija en el programa con signo negativo.

2.7.2.7.3.2.3 Se comienza a aplicar la fuerza, vigilando que esta se aplique uniformemente, si se observa algún peligro o falla es recomendable cesar la carga para corregirla y comenzar nuevamente, cuando la cadena de la grúa se observe muy tensa aflójela lo necesario.



Figura 97 Aplicación de fuerza vertical de compresión

2.7.2.7.3.2.4 La fuerza (F_v) se mantendrá durante cinco segundos después de que el cese de un perceptible movimiento visualmente de la estructura de protección.

2.7.2.7.3.2.5 Al llegar a la carga máxima, mantenga la carga y verifique que la zona de seguridad no está siendo invadida por la estructura de protección.



Figura 98 Verificación de zona de seguridad

2.7.2.7.3.2.6 Si las grietas o fisuras no pueden considerarse como despreciables en el transcurso de la prueba de compresión, una segunda compresión similar, pero con una fuerza de $1.2 F_v$ debe ser aplicada inmediatamente después de la prueba de compresión la cual provocó las grietas o fisuras.

2.7.2.7.3.3 Carga frontal.

2.7.2.7.3.3.1 La carga se aplicará horizontalmente en un plano vertical paralelo al plano medio del tractor, en el extremo contrario de donde se realizó la carga trasera. El punto de aplicación de la carga deber ser en la parte de la estructura de protección susceptible a tocar el suelo primero si el tractor volcara lateralmente mientras viaja hacia adelante, normalmente el borde superior.



Figura 99 Punto de aplicación de carga frontal

2.7.2.7.3.3.2 El punto de aplicación de la carga será de $1/6$ de la anchura de la parte superior de la protección hacia el interior de la estructura de un plano vertical paralelo al plano medio del tractor en contacto con el extremo exterior de la parte superior de la estructura de protección.

2.7.2.7.3.3.3 Se mide la anchura de la estructura de protección en su parte superior y se marca un punto desde la esquina superior de la estructura hacia adentro y se marca un punto a un sexto de la distancia medida.

2.7.2.7.3.3.4 La longitud de la viga de aplicación de la carga que se coloca en la punta del cilindro, es la que corresponda a un tercio del ancho de la estructura de protección y no más de 49 mm mayor a esta; calculada en el punto 2.7.2.7.3.1.4



Figura 100 de aplicación de carga longitudinal frontal

2.7.2.7.3.3.5 El cilindro se posiciona en forma horizontal y paralelo al plano medio del tractor y se centra con el punto marcado en la parte superior de la estructura de protección, el centro de la viga de carga debe de hacer contacto con el punto de aplicación de carga de la estructura de protección.



Figura 101 Colocación de cilindro para carga frontal

NOTA: Si la estructura fuese curva o saliente en ese punto, se puede usar un dispositivo para que la carga que debe aplicarse al respecto se añada, sin que por ello resulte reforzada la estructura.



Figura 102 Dispositivo para aplicación de carga frontal

2.7.2.7.3.3.6 La energía que se aplica a la estructura de protección se obtiene al sustituir el valor de la masa **M** a la formula $E_{ii} = 500 + 0,5 M$ este valor se fija en el programa "INIFAP ROPS Tests" junto con la velocidad de desplazamiento del vástago de 0.5 mm / seg.

$$E_{ii} = 500 + 0,5 M$$

2.7.2.7.3.3.7 En el caso de los tractores con la posición reversible para el operador (asiento y volante de dirección reversible) la formula es la misma mencionada arriba:

2.7.2.7.3.3.8 Se comienza a aplicar la carga siguiendo los mismos pasos 2.7.2.7.3.1.8 al 2.7.2.7.3.1.11 correspondientes a la carga trasera.



Figura 103 Aplicación de carga frontal

2.7.2.7.3.4 Carga lateral:

2.7.2.7.3.4.1 El punto de aplicación de la carga debe ser en el marco superior de la estructura de protección susceptible a tocar el suelo primero en un accidente de volcadura lateral.



Figura 104 Punto de aplicación de carga lateral

2.7.2.7.3.4.2 La energía absorbida por la estructura de protección durante la prueba será la que resulte de la siguiente fórmula.

$$E_{is} = 1.75 M$$

2.7.2.7.3.4.3 La carga se aplicara en uno de los dos postes de la estructura de protección.

2.7.2.7.3.4.4 En el caso de los tractores con la posición reversible para el operador (asiento y volante de dirección reversible) donde la estructura de protección es de dos postes, la energía será la que resulte de las siguientes formulas.

$$E_{is} = 1.75 M$$

O

$$E_{is} = 1.75 M (B_6 + B) / 2B$$

2.7.2.7.3.4.5 Se comienza a aplicar la carga siguiendo los pasos 2.7.2.7.3.1.8 al 2.7.2.7.3.1.11 correspondientes a la carga trasera.

2.7.2.7.3.5 Segunda prueba de compresión.

2.7.2.7.3.6 La viga se colocará en el miembro superior estructurales (s) y la resultante de la fuerza de compresión se situará en el plano medio del tractor. La fuerza F_v será la que resulte de la formula siguiente :

$$F_v = 20 M$$

2.7.2.7.3.7 Se comienza a aplicar la carga vigilando que se aplique uniformemente en toda la estructura.



Figura 105 Aplicación de fuerza vertical de compresión

2.7.2.7.3.8 La fuerza F_v se mantendrá durante cinco segundos después de que el cese de una perceptible visualmente movimiento de la estructura de protección.

2.7.2.7.3.9 La continuación de la fuerza se retirara, y el haz de trituración colocado de nuevo sobre esa parte de la estructura de protección tendrá que soportar el tractor completamente volcado.

2.7.2.7.3.10 La fuerza vertical de compresión F_v , se aplicará de nuevo.

Si las grietas o fisuras no pudiesen considerarse como despreciables en el transcurso de la prueba de compresión, una segunda compresión similar, pero con una fuerza de $1.2 F_v$ debe ser aplicada inmediatamente después de la prueba de compresión la cual provocó las grietas o fisuras.

Los datos almacenados se guardan en un archivo nombrado prueba ROPS horizontal "Horizontal ROPS Test.dat" y "Vertical ROPS Test.dat" en una carpeta nombrada con el número de serie del tractor en el disco C. Inserte los datos almacenados en el formato F-ROPS-05, para graficar y determinar los valores de energía y fuerza aplicadas, necesarias para la realización del reporte final de pruebas. En las pruebas de carga vertical (fuerzas de compresión), debe de sumar el valor de masa en Newton de la viga de compresión, para sacar la fuerza de compresión aplicada.

2.7.2.8 PROCEDIMIENTO 8. “P-ROPS-08”. Elaboración del informe de pruebas

- Se abren todos los registros generados de los formatos F-ROPS- 01, 02, 03, 04 Y 05, junto con el formato F-ROPS- 06 “ Informe final de prueba”.
- Se elabora el informe de pruebas agrupando los formatos generados.
- Se toma una foto al tractor con la estructura de protección probados, para ingresarla en la carátula del informe.
- Si hubo una anomalía al ejecutar la prueba, estas se deben de incluir dentro del informe como observaciones al final de este.
- Cuando se esté completamente seguro de que el informe de pruebas esta correcto y no hace falta ningún apartado, entonces se podrá quitar el tractor ó el chasis del banco de pruebas de ROPS. Nunca antes.

2.7.3 RESULTADOS

- Se obtuvo un manual de pruebas que sirve para determinar la resistencia en estructuras de protección montados en tractores agrícolas estrechos el cual incluye ocho procedimientos; también se obtuvieron formatos e instructivos referentes a la prueba de ROPS, esto sin hacer referencia a los instructivos de materiales de apoyo como regla, escuadra, niveles, entre otros los cuales hacen más extenso el presente trabajo pero se tienen incluidos como referencia.
- Para la validación de la metodología se realizaron pruebas en el banco de pruebas ROPS del Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA), localizado en Texcoco, Estado de México ya que es el único en el país que cuenta con el equipo y material necesario, así como el personal capacitado para esta prueba. La prueba se realizó en una estructura de protección contra vuelcos de un tractor John Deere 3005 de dos postes fijo, se le aplicó una fuerza en la estructura de protección contra vuelcos de 0.566, 1.1120, y 2.139 KJ en la parte trasera frontal y lateral respectivamente y una fuerza de compresión de 24400 N, esto siguiendo la secuencia de pruebas de acuerdo al código.
- .La estructura de protección cumplió con las condiciones de aceptación y requisitos descritos en el código, ya que la estructura de protección no invadió la zona de seguridad durante todas las pruebas. Esta estructura de protección contra vuelcos montada en el tractor agrícola estrecho John Deere es confiable el cual si llegara a volcar el operador estará seguro de no quedar aplastado por el peso del tractor, siempre y cuando tenga puesto el cinturón de seguridad.

Las especificaciones de la estructura de protección y tractor a prueba, así como las cargas aplicadas, graficas y resultados se muestran en el siguiente informe de prueba.

Informe de Prueba.

“F-ROPS-06”

Especificaciones del tractor a prueba.

1.1 Identificación de tractor al cual la estructura de protección está fijada para la prueba.

Marca tipo modelo

John Deere / 4WD / JD 3005

Número de serie

1^a N^o de serie o

LV3005G101454

prototipo:

Número de orden:

No especificado

Masa del tractor sin lastre, con estructura de protección fija y sin conductor

Frontal (Kg.): **430**

Trasera (Kg.): **790**

Total (Kg.): **1220**

Masa utilizada para calcular las energías de las cargas:

1220 Kg.

Distancia entre ejes:

1457 mm

Trocha mínima y tamaño de llantas:

	Trocha mínima (mm)	Tamaño de llantas
Frontal	1062	7-14
Trasera	1056	11.2-24

Asiento del tractor

- Tractor con posición reversible del operador (asiento y

No

volante reversible):

- Marca / tipo / modelo de asiento: **John Deere /sin descansabrazos/ suspensión de resorte**
- Marca / tipo / modelo de asiento opcional (s), **No especificado**
- Desplazamiento 26 mm Horizontal:
- Desplazamiento Vertical: 44 mm

La posición del Punto de Referencia del Asiento (PRA) es de 595 sobre y 83 detrás del eje trasero del tractor.

- Anclaje del cinturón en el asiento:



El cinturón es pélvico, está anclado a la base de donde se fija el asiento.

Figura 106 Anclaje de cinturón

- Montaje del asiento en el tractor:



Figura 107 Montaje del asiento al tractor

El asiento se fija a la base por medio de dos placas fijadas con cuatro tornillos, adelante tiene un mecanismo que deja girar al asiento hacia adelante. La suspensión es de resorte, no tiene perilla de regulación para la suspensión.

- Otros componentes del asiento:
- Posición de operación del asiento en la prueba: el asiento debe de estar en su posición de recorrido hasta atrás.



Figura 108 Posición de asiento para prueba

En su máximo recorrido hacia atrás, suspensión media, operador vista al frente.

Especificaciones de la estructura de protección.

Fotografías lateral y trasera, que muestren detalles del montaje que incluyan guardafangos.



Figura 109 Vista frontal



Figura 110 Vista trasera



Figura 111 Vista lateral

Dibujos de las vistas lateral y trasera del arreglo general de la estructura que incluya la posición del punto de referencia del asiento (PRA) y detalles del montaje:

No especificado

Breve descripción de lo que comprende la estructura de protección:

La estructura de protección es de dos postes fija inclinada hacia atrás, compuesta de dos postes inferiores y un travesaño al cual están unidos por medio de dos codos en las esquinas con ocho tornillos los postes inferiores forman una V y están hechos de tubo rectangular q están fijados al diferencial del tractor por siete placas y doce tornillos y soldadura. La parte frontal resistente a la volcadura es el cofre en conjunto con una placa que esta soldada a la base que soporta al radiador.

Estructura abatible/ no abatible.

Estructura de dos postes fija no abatible inclinada hacia atrás.

Dimensiones.

Altura de los miembros del techo sobre el punto de referencia del asiento: 932 mm

Altura de los miembros del techo sobre la plataforma del tractor: 1397 mm

Ancho interior de la estructura de protección 900 mm sobre el punto de referencia del asiento: 720 mm

Ancho interior de la estructura de protección verticalmente sobre el punto de referencia del asiento al nivel del centro del volante de dirección: 760 mm

Altura total del tractor con la estructura de protección fija: 2054 mm

Ancho total de la estructura de protección (Se incluyen placas de abate): 800 mm

Distancia horizontal del punto de referencia del asiento a la parte trasera de la estructura de protección a una altura de 900 mm sobre el punto de referencia del asiento: 303 mm

Posición (con referencia al eje trasero) de la parte frontal del tractor capaz de soportar el tractor en una volcadura

- Distancia Horizontal: 1829 mm
- Distancia Vertical: 659 mm

Detalles de los materiales utilizados en la construcción de la estructura de protección y especificaciones del acero.

Marco principal:

Tubo: *Marco superior:* Tubo rectangular de acero, 51 x 77 x 2mm de espesor.
Poste inferior: Tubo rectangular de acero, 51 x 7 x 2 mm de espesor.

Montajes:

	Placa de fijación	88 x 194 x 27 mm de espesor
Placa	Placa de fijación	251 x 327 x 13 mm de espesor
	Placa de refuerzo	88 x 183 x 3 mm de espesor

Tornillos de montaje y ensamble:

Tornillos de ensamble	8 - Tornillos 15 x 1.5 x 36, acero, grado 10 8 –Rondanas
Tornillos de montaje	12 – Tornillos 22x1.5x126, acero, grado 10.7 12 – Rondanas

Parte frontal del tractor capaz de soportar al tractor en caso de volcadura

	Placa: 550x454x2 mm de espesor
Placa cofre radiador	Cofre 2 mm de espesor
	Radiador: 398x 443x109 de espesor, plástico No de serie 119924

Detalles de refuerzos en las piezas originales del fabricante del tractor.

No aplica

RESULTADOS DE LA PRUEBA

Carga estática y prueba de compresión

Condiciones de la prueba.

Se hicieron pruebas de impacto:

Trasera izquierda
Frontal derecha
Lado derecho.

Masa usada para calcular las energías de impacto y las fuerzas de compresión: **1220** Kg

Distancia entre ejes: **1457** Mm

Energías y fuerzas aplicadas:

		Requerida	Aplicada	
❖ Trasera:		0.5607	0.566	KJ
❖ Frontal:		1.110	1.120	KJ
❖ Lateral:		2.135	2.139	KJ
❖ Fuerza de compresión:	Primera	24.400	24.428	KN
	Segunda	24.400	24.563	
❖ Cargas longitudinales adicionales:		No aplica	-	KJ

Deformaciones permanentes medidas después de la prueba.

Deformaciones permanentes de las extremidades de la estructura de protección medidas después de las series de pruebas:

Trasera (hacia adelante)	Mano Izquierda	61	mm
	Mano Derecha	8	mm
Lateral (hacia la izquierda)	Frontal	60	mm
	Trasera	61	mm
Superior (hacia arriba):	Mano Izquierda	5	mm
	Mano Derecha	8	mm

Diferencia entre la deformación instantánea total y la deformación residual durante las pruebas de impacto lateral (deformación elástica):

- Prueba de impacto lateral (prueba estática):

44.8 mm

Indicaciones y resultados de cualquier prueba adicional.

Curvas

Trasera

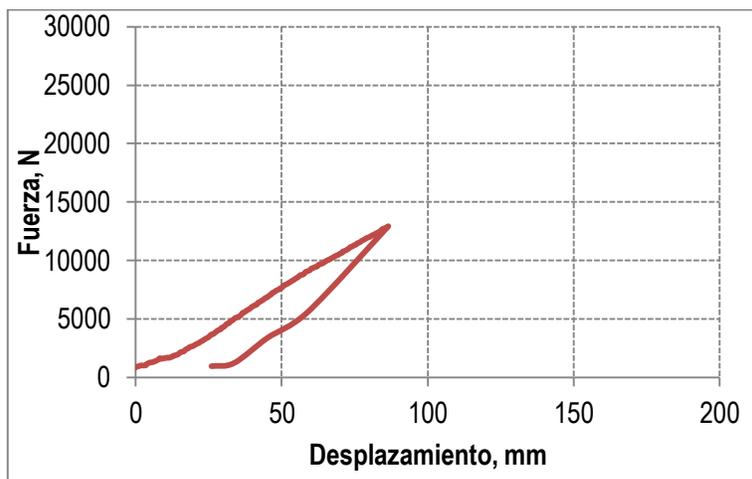


Figura 112 Curva Fuerza-Deformación carga trasera

Frontal

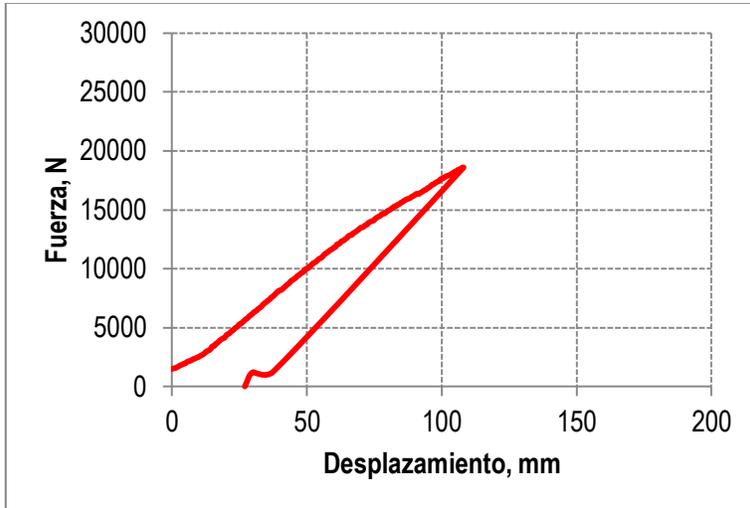


Figura 113 Curva Fuerza-Deformación carga frontal

Lateral

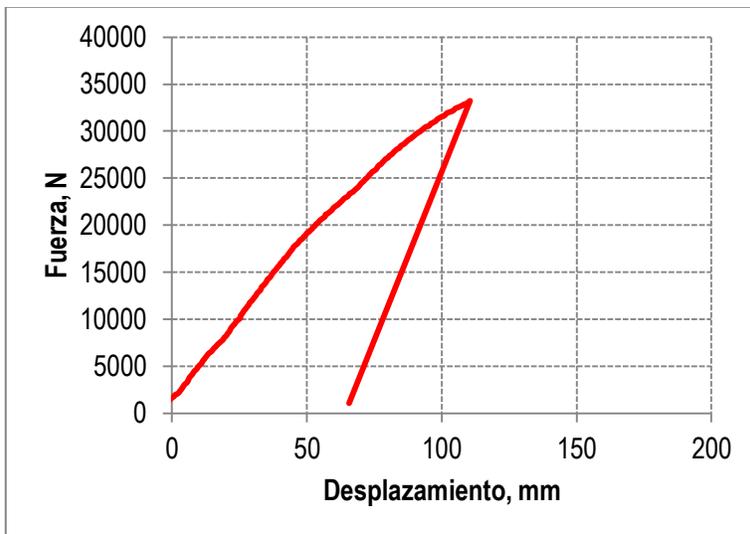


Figura 114 Curva Fuerza-Deformación carga lateral

Declaración:

Las condiciones de aceptación de estas pruebas relativas a la protección de la zona de seguridad han sido cumplidas. La estructura es una estructura de protección contra vuelcos que cumple con el Código 7:2007 de la OCDE.

3.1 Comportamiento en clima frío (resistencia a la fractura)

El fabricante no especifica que la estructura de protección tenga resistencia a climas fríos.

3.2 Tractores a los cuales la estructura de protección se fija.

Marca, modelo	Tamaño de Llantas Frontal / Trasera	Número de ruedas de mando 2 / 4 WD	Masa			Abatible	Distanci a entre ejes	Trocha Mínima Frontal/ trasera
			Front al	Traser a	Total			
			kg	kg	kg	Si / No	Mm	Mm
John Deere 3005	7-14 / 11.2- 24	4 WD	430	790	1220	No	1457	1062 / 1056

Observaciones:

-

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Se cuenta con un manual de pruebas que especifica los pasos a seguir para determinar la resistencia en estructuras de protección de dos postes trasera contra vuelcos montados en tractores agrícolas estrechos.

También se cuenta con las instalaciones y el equipo necesario para poder aplicar y medir las fuerzas y energías en los tractores a prueba; cilindros, ZDS, sistema de adquisición de datos entre otros.

La prueba de validación que se realizó confirmó que este método si cumple con lo establecido en el código, que se cuenta con el equipo necesario y es aplicable a tractores estrechos.

Con la realización de pruebas en estructuras de protección contra vuelcos en tractores estrechos si es posible reducir la muerte de operadores de este con una probabilidad de hasta en un 99.9 %, ya que los resultados que se obtienen de dicha prueba muestran si la estructura de protección cumple o no con las condiciones de aceptación del código 7:2007 para probar si resiste esta estructura el peso del tractor sin invadir la zona donde va sentado el operador.

Recomendaciones

Se recomienda tener una actualización continua de este manual de procedimientos, así como la mejora de su equipo, procedimiento para un mejor desempeño y mayor facilidad en su aplicación.

Este trabajo se presta para darle continuidad para la realización de una norma que certifique las pruebas realizadas en estructuras de protección de dos postes montadas en tractores estrechos con las especificaciones mostradas en este manual.

4 BIBLIOGRAFIA:

1. **CODIGO 7: 2007 OCDE** *Código para pruebas oficiales de estructuras de protección contra vuelcos montadas en tractores agrícolas o forestales estrechos montados atrás.*
2. **NMX-O-153-1981** *Maquinaria agrícola – Definiciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación 19 de febrero de 1981.*
3. **NOM-008-SCFI-2002** *Sistema general de unidades de medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.*

Páginas web citadas

4. <http://www.infoapuntes.com/>, consultado el 1 de Junio.
5. <http://www.inifap.gob.mx/>, consultado el 6 de Junio.
6. <http://www.economia-nmx.gob.mx/>, consultado el 7 de Junio.
7. <http://www.deere.com/>, consultado el 22 de Septiembre.
8. <http://www.masseferguson.com/>, consultado el 22 de Septiembre.
9. <http://www.cnhmexico.com.mx/>, consultado el 22 de Septiembre.
10. <http://www.oecd.org/>, consultado el 3 de Enero.
11. <http://www.traxco.es/>,

5 ANEXOS

ANEXO 1: “F-ROPS-01” Formato para la captura de la información técnica del tractor y estructura de protección sujetos a prueba.

Nombre y dirección del fabricante de la estructura de protección:

No aplica

Entregado para la prueba por:

Marca /Tipo /Modelo de estructura de / DOS POSTES FIJO / NO ESPECIFICADO protección:

Marca /Tipo /Modelo de tractor al cual está John Deere/4WD/JD3005 fijo para la prueba:

1. ESPECIFICACIONES DEL TRACTOR DE PRUEBA.

1.1 Número de serie

Número de serie o de prototipo: LV3005G101454

Primer número de serie: NO ESPECIFICADO

1.2 Masa del tractor sin lastre con la estructura de protección fija y sin operador

Frontal (kg):	430
Trasera (kg):	790
Total (Kg):	1220

- Masa usada para calcular las energías de impacto y las fuerzas de compresión:

1220 kg

Distancia entre ejes: 1457 mm

1.3 Trocha mínima y tamaño de llantas

	Trocha mínima (mm)	Tamaño de llanta
Frontal	1062	7-14
Trasera	1056	11.2-24

1.4 Asiento del tractor

- Tractor con posición reversible del operador
(Asiento y volante reversible): **NO**
- Marca / tipo / modelo de asiento:

No especificado / suspensión mecánica

Desplazamiento Horizontal: 26 mm

Desplazamiento Vertical: 54 mm

La posición del Punto de Referencia del Asiento (PRA) es de 595 sobre y 83 detrás del eje trasero del tractor.

- Anclaje del cinturón en el asiento:



El cinturón es pélvico, está anclado a la base de donde se fija el asiento.

Figura 1 anclaje del cinturón

- Montaje del asiento en el tractor:



El asiento se fija a la base por medio de dos placas fijadas con cuatro tornillos, adelante tiene un mecanismo que deja girar al asiento hacia adelante. La suspensión es de resorte, no tiene perilla de regulación para la suspensión.

Figura 2. Montaje del asiento al tractor

- Otros componentes del asiento:
- Posición de operación del asiento en la prueba: el asiento debe de estar en su posición de recorrido hasta atrás.



Máximo recorrido longitudinal hacia atrás, suspensión media y posición del respaldo del asiento hacia atrás, operador vista al frente del tractor.

Figura 3. Posición de operación de asiento

1.5 Parte frontal del tractor capaz de soportar al tractor en una volcadura:

- Parte y cofre / marca / modelo : cofre/no especificado



La parte frontal resistente es el radiador, cofre y placa

Figura 4. Parte frontal resistente a la volcadura.

2. ESPECIFICACIONES DE LA ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN.

- 2.4 Fotografías con vistas lateral y trasera que muestren detalles que incluyan los guardafangos.



Figura 5. Vista frontal.



Figura 6. Vista trasera.



Figura 7. Vista lateral.

2.1 Dibujos de las vistas lateral y trasera del arreglo general de la estructura que incluya la posición del punto de referencia del asiento (PRA) y detalles del montaje

No especificado

2.2 Breve descripción de lo que comprende la estructura de protección:

La estructura de protección es de dos postes fija inclinada hacia atrás, compuesta de dos postes inferiores y un travesaño al cual están unidos por medio de dos codos en las esquinas con ocho tornillos los postes inferiores forman una V y están hechos de tubo rectangular q están fijados al diferencial del tractor por siete placas y doce tornillos y soldadura. La parte frontal resistente a la volcadura es el cofre en conjunto con una placa que esta soldada a la base que soporta al radiador.

2.3 Estructura reclinable o no reclinable /abatible o no abatible

Estructura de protección de dos postes fija inclinada hacia atrás

2.5 Detalle de los materiales usados en la construcción de la estructura de protección y especificaciones del acero utilizado

2.5.1 Marco principal:

Tubo: *Marco superior:* Tubo rectangular de acero, 51 x 77 x 2mm de espesor.

Poste inferior: Tubo rectangular de acero, 51 x 7 x 2 mm de espesor.

2.5.2 Montajes:

Placa	Placa de fijación	88 x 194 x 27 mm de espesor
	Placa de fijación	251 x 327 x 13 mm de espesor
	Placa de refuerzo	88 x 183 x 3 mm de espesor

2.5.3 Tornillos de ensamble y montaje:

Tornillos de ensamble	8 - Tornillos 15 x 1.5 x 36, acero, grado 10 8 – Rondanas
Tornillos de montaje	12 – Tornillos 22x1.5x126, acero, grado 10.7 12 – Rondanas

2.5.4 Parte frontal del tractor capaz de soportar al tractor en una volcadura:

Placa cofre radiador	Placa: 550x454x2 mm de espesor
	Cofre 2 mm de espesor
	Radiador: 398x 443x109 de espesor, plástico No de serie 119924

2.6 Detalles de refuerzos en las partes originales del fabricante del tractor:

No aplica

3.3 Comportamiento en clima frío (resistencia a la fractura):

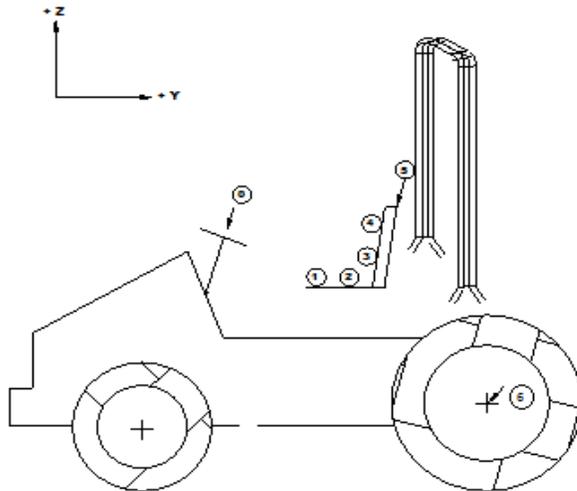
El fabricante no especifico que la estructura de protección tenga resistencia a climas fríos.

3.4 Tractor al cual la estructura de protección está fija o Tractores a los cuales la estructura de protección aplica.

Marca, modelo	Tamaño de Llantas Frontal / Trasera	Número de ruedas de mando 2 / 4 WD	Masa			Abatible	Distancia entre ejes	Trocha Mínima Frontal/ trasera
			Frontal	Trasera	Total			
			kg	kg	kg			
John Deere 3005	7-14 / 11.2-24	4 WD	430	790	1220	No	1457	1062 / 1056

ANEXO 2 a: "F-ROPS-02" (Hoja 1) Captura de las coordenadas para determinar el PRA.

 LP. TRACTORES		Captura de las coordenadas para determinar el PRA		
		Núm. de Identificación de prueba:		Identificación: F-ROPS-02
Modelo T/E:	John Deere JD3005 (4WD) / Marco de Protección de dos postes fijo		Versión:	1
Responsable:	Ezequiel Arriaga Rodríguez			
Asistentes:			Fecha:	



Suspensión		
Min.mm	Máx..mm	Prom..mm
84	141	112.5
Altura fijada		

No.	Medición de puntos (mm)	Y (+)	X	Z (-)
0	Centro del volante:	0.07	0.03	-0.66
1	Punto A con respecto al asiento estructural:	211.37	-0.08	-149.26
2	Punto B con respecto al asiento estructural:	355.01	0.15	-160.37
3	Punto C con respecto al asiento estructural:	626.59	-0.14	-26.39
4	Punto D con respecto al asiento estructural:	652.12	0.09	191.91
5	Asiento (parte superior del respaldo)	702.17	-0.16	190.13
6	Centro de eje trasero:	89	0	595

ANEXO 2 b. "F-ROPS-02" (Hoja 2). Hoja de cálculo para determinar el PRA.

CENEMA LP.		Hoja de cálculo para determinar el PRA												
TRACTORES		Núm. de Identificación de prueba:					Identificación: F-ROPS-02 -01							
Modelo T/E:		John Deere JD3005 (4WD) / Marco de Protección de dos postes fijo					Versión:		1		Página:		2/2	
Responsable:		Ezequiel Arriaga Rodríguez					Fecha:							
Asistentes:		0					Fecha:							
		Y		X		Z		AGL1		AGL2				
A	1	211.37	-0.08	-149.26	0.117	6.670	0.077	4.423						
B	2	355.01	0.15	-160.37										
C	3	626.59	-0.14	-26.39										
D	4	652.12	0.09	191.91	Y31=	646.7								
					Y41=	672.3								
					Z11=	-174.3								
					Z21=	-185.4								
					Y32=	496.7								
					Y42=	522.3								
					A=	-0.1								
					B=	-158.0								
					C=	8.6								
					D=	-4273.76								
					PRA Y=	627								
					PRA Z=	-195								
					PRA X=									
							Valor proporcionado por el fabricante							
1.4	El PRA se encuentra a		89	mm delante y		595	sobre el eje trasero del tractor.							

ANEXO 3: "F-ROPS-03". Captura de las dimensiones de la estructura de protección.

	Captura de las dimensiones de la estructura de protección			
	Núm. de Identificación: LPC-04-10-05-ROPS		Identificación: F-ROPS-03	
Modelo T/E:	John Deere JD3005 (4WD) / Marco de Protección de dos postes fijo		Versión:	1
Responsable:	Ezequiel Arriaga			Página: 1/1
Asistentes:	Gabriel Gálvez		Fecha:	12/05/2011

No.	Medición de puntos (mm)	Mm
2.5.1	Altura de los miembros del techo sobre el punto de referencia del asiento:	932
2.5.2	Altura de los miembros del techo sobre la plataforma del tractor:	1397
2.5.3	Ancho interior de la estructura de protección 900 mm sobre el punto de referencia del asiento:	720
2.5.4	Ancho interior de la estructura de protección verticalmente sobre el punto de referencia del asiento al nivel del centro del volante de dirección:	760
2.5.5	Altura total del tractor con la estructura de protección fija:	2054
2.5.6	Ancho total de la estructura de protección (especificar si se incluyen guardafangos): (sin guardafangos incluye refuerzo)	800
2.5.7	Distancia horizontal del punto de referencia del asiento a la parte trasera de la estructura de protección a una altura de 900 mm sobre el punto de referencia del asiento:	303
2.5.8	Posición (con referencia a el eje trasero) de la parte frontal del tractor capaz de soportar el tractor en una volcadura:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia Horizontal: • Distancia Vertical: 	1829 659

ANEXO 4. "F-ROPS-04". DEFORMACIONES PERMANENTES DEL ROPS

Deformaciones Permanentes del ROPS				
	Núm. de Identificación de prueba:	Identificación: F-ROPS-04-		
Modelo T/E:	John Deere JD3005 (4WD) / Marco de Protección de dos postes fijo	Versión:	1	Página: 1/1
Responsable:	Ezequiel Arriaga Rodríguez			
Asistentes:		Fecha:		

3.1.2	Deformaciones permanentes medidas después de la prueba		mm
Trasera (hacia delante):		Mano Izquierda	61
		Mano Derecha	8
Lateral (hacia la izquierda):		Frontal	60
		Trasera	61
		Promedio lateral	60.5
Superior (hacia arriba):	Trasera:	Mano Izquierda	5
		Mano Derecha	8

ANEXO 5: “I-ROPS-01”. Alineación del Sistema Portátil medidor de Coordenadas con el tractor

En este procedimiento se asume que el sistema portátil medidor de coordenadas está montado al tractor y listo para su uso.

Utilice el método Geométrico PLP  para alinear el sistema portátil medidor de coordenadas, este método es apropiado cuando le es posible medir un plano , una línea  y un punto en el tractor a probar.

En el programa abra un grupo geométrico  y dentro del cree un plano palpado , y dos punto palpados .

Para crear el plano puede tomar como referencia la plataforma del tractor, siempre y cuando este nivelada, plana y el sistema de coordenadas tenga suficiente alcance para palparlo. Si no es el caso puede tomar cualquier superficie del tractor al alcance del sistema de coordenadas la cual esté completamente nivelada y plana. Si lo desea puede colocar la masa de 56 kg encima del asiento del operador y colocar encima de este el dispositivo nivelador.

Nivele el dispositivo nivelador con su mecanismo de nivelación y ubique la superficie más plana del aparato, colocándole un nivel digital en su superficie, figura 1.



Figura 1. Ubicación de la superficie mas plana.

En la superficie mas plana (0°), palpe el plano el cual hace referencia al plano Z, de la alineación, figura 2.



Figura 2. Palpación del plano eje Z.

Ahora cree una línea que hará referencia al eje Y, para crear la línea puede tomar cualquier línea recta paralela al plano medio del tractor que esté al alcance del sistema de coordenadas. Puede crear la línea palpando dos puntos tomando el centro del volante de dirección y la parte trasera media del asiento del conductor (considerando que el asiento está en línea con el centro del volante) o la parte media del respaldo del plataforma, figura 3.



Punto palpado 1



Punto palpado 2

Figura 3. Palpación de la línea, eje Y.

Valla nuevamente al grupo geométrico y cree una línea entre dos puntos palpados



Teniendo el plano, la línea y el punto; entre en alineado geométrico PLP  el tercer botón en la subbarra de ALINEADO para ver el siguiente diálogo, figura 4.

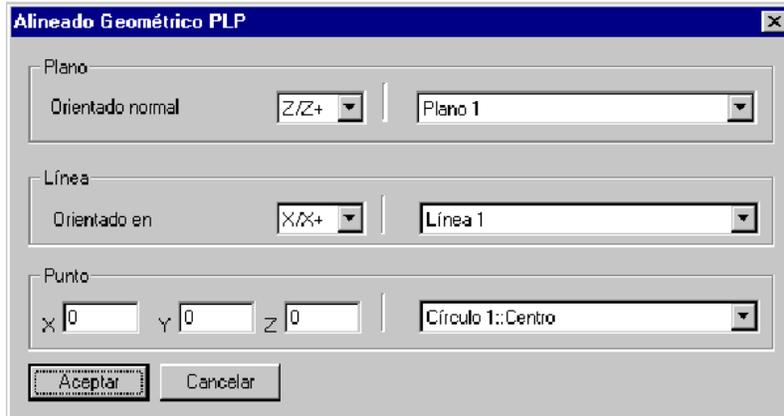


Figura 4. Diálogo de alineación del alineado geométrico PLP.

Este diálogo está dividido en tres áreas donde se configura el plano, la línea y el punto que desea utilizar para el alineado, seleccione en el plano Z/Z+ el plano palpado, en Y/Y+ la línea (formada a través de dos puntos palpados) y en el punto (el punto palpado en el centro del volante). Teniendo al menos dos ejes definidos el programa da por default la orientación del eje faltante.

Entre al grupo geométrico y verifique que el plano, línea y punto tengan valores nominales de cero, por lo regular el valor en Z del punto no es cero, anote el valor dado con su signo, salga del grupo geométrico y entre nuevamente al alineado geométrico PLP y en la configuración del punto en la coordenada Z coloque el valor anotado con signo contrario, salga del alineado, entre nuevamente al grupo geométrico y verifique que el valor nominal del punto en Z sea cero.

Ahora el sistema portátil medidor de coordenadas está alineado con respecto al tractor.

ANEXO 6. “I-ROPS-02”. Masa de fijación eje trasero y parte delantera del tractor.

3.1 Masa de fijación eje trasero.

3.1.1 Para la construcción de las masas de fijación eje trasero es necesario que el fabricante proporcione las siguientes dimensiones según el tractor a probar, figura 1.

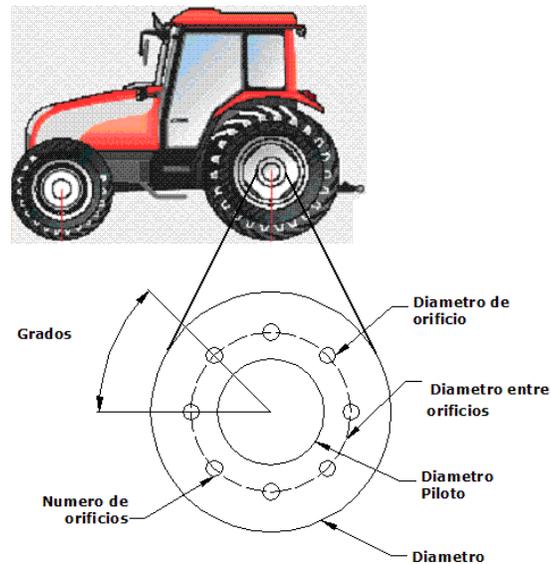


Figura 1. Dimensiones de la masa de fijación eje trasero del tractor.

3.1.2 Con base a las dimensiones anteriores, se realizan las plantillas a escala 1:1 con el fin de facilitar la elaboración de los orificios de la masa.

3.1.3 El ancho de la placa corresponderá al valor del diámetro de la figura 1.

3.1.4 El largo de las placas serán lo suficientes para que al fijar el tractor a la plataforma del banco de pruebas este tenga como mínimo una altura de la plataforma al techo de la estructura de protección de 2,500 mm y como máximo 3,500 mm.

3.1.5 Por lo tanto se debe medir antes en el tractor, el despeje en el eje trasero (Dt) y en la parte delantera (Dd) en el primer orificio, así como la altura total, figura 2.



Figura 2. Dimensiones para determinar el alto de las masas de fijación delanteras y traseras.

3.1.6 Si la medida de la altura esta dentro del intervalo establecido en el punto 3.1.4 entonces la altura de las placas para las masas de fijación eje trasero corresponde a la diferencia de alturas de la figura 3.

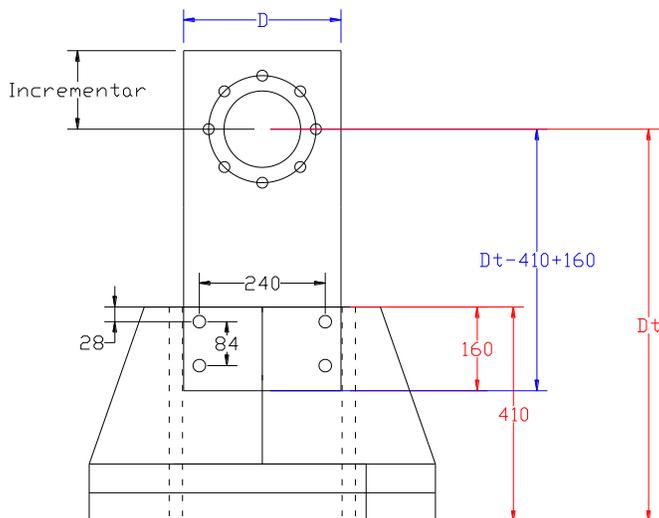


Figura 3. Altura de las placas de las masas de fijación eje trasero.

Nota: La altura de la placa es calculada hasta el centro del eje trasero por lo que hay que incrementar la otra mitad de la masa.

3.1.7 Cuando la altura de la plataforma al techo esté por abajo ó por arriba de los valores dados en el puntos 3.1.4, entonces habrá la necesidad de

sumarle o restarle a las placas la longitud necesaria para cumplir con dichos rangos de altura.

3.1.8 La masa se fabrica con placa de acero de 1" de espesor, córtelas a las medidas establecidas y péguelas la plantilla para realizar los barrenos y cortes necesarios, figura 4.

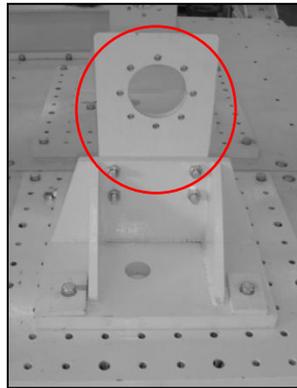


Figura 4. Masa de fijación eje trasero.

3.2 Masa de fijación parte delantera del tractor.

3.2.1 Para la construcción de la masa de fijación parte delantera es necesario que el fabricante proporcione las siguientes dimensiones según el tractor a probar, figura 5.

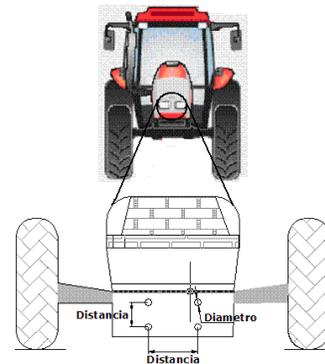
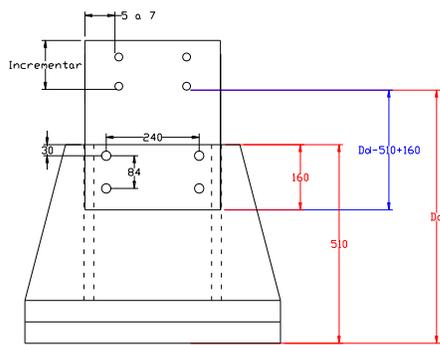


Figura 5. Dimensiones masa de fijación parte delantera del tractor.

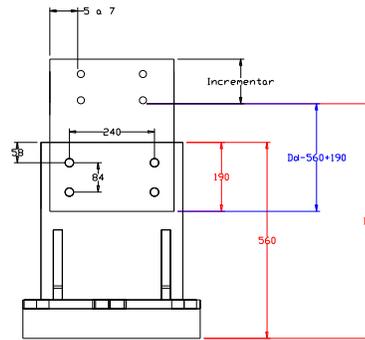
3.2.2 Con base a las dimensiones anteriores, se realizan las plantillas a escala 1:1 con el fin de facilitar la elaboración de los orificios de la masa.

3.2.3 El ancho de la placa será variable según la distancia entre orificios, dejando entre orificios una separación de 50 a 70 mm, figura 6.

3.2.4 Si la medida de la altura esta dentro del intervalo establecido en el puntos 3.1.4 entonces la altura de la placa para la masa de fijación parte delantera, corresponde a la diferencia de alturas de la figura 6.



Opción de base No. 1



Opción de base No. 2

Figura 6. Dimensiones placa de la masa de fijación parte delantera del tractor.

Nota: La altura de la placa es calculada hasta la orilla del orificio más bajo, por lo que hay que incrementar el valor restante.

3.2.5 Cuando la altura de la plataforma al techo estén por abajo ó por arriba de los valores dados en el puntos 3.1.4 entonces habrá la necesidad de sumarle o restarle a la placa la longitud necesaria para cumplir con dichos rangos de altura.

3.2.6 La masa se fabrica con acero de 1" de espesor, córtela a las medidas establecidas y péguele la plantilla para realizar los barrenos, figura 7.

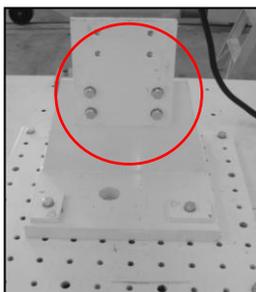


Figura 7. Masa de fijación parte delantera.

ANEXO 7. "I-ROPS-03". Determinación del ancho de trocha.

3.3 Determinación del ancho de trocha del eje trasero (Separación A).



Figura 1. Separación de A.

3.1.1 Coloque el tractor en una superficie plana y alinee a simple vista.

3.1.2 Projete y marque con una plomada, sobre el piso en el punto extremo de la parte delantera de cualquiera de las llantas traseras del tractor, a la mitad del ancho de esta en cualquier punto de la periferia, figura 2.

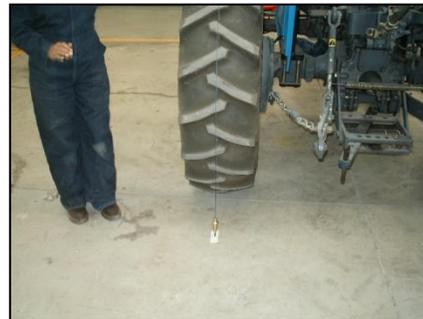


Figura 2. Proyección de puntos, ruedas traseras.

3.4 Repita el paso 3.1.2, pero ahora en la parte extrema trasera de la llanta elegida, figura 3.

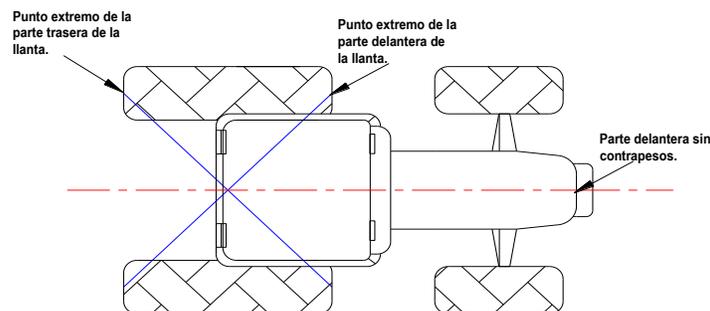


Figura 3. Proyección de puntos (Vista superior).

3.5 Repita las proyecciones en la llanta trasera restante, figura 3.

3.1.1 Mida el ancho de trocha del eje trasero con una regla, obteniendo así la separación A, figura 4.



Figura 4. Medición del ancho de trocha trasera (separación A).

3.6 Determinación de la distancia del eje trasero a la parte delantera (Separación D).

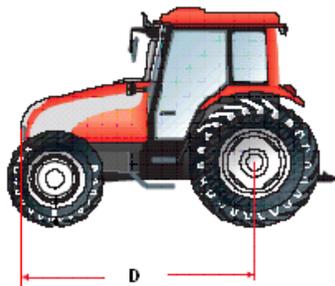


Figura 5. Separación de D.

3.2.1 Proyectar y marcar sobre el piso un punto del plano central que corta al tractor longitudinalmente, es decir de la parte delantera del tractor sin contrapesos, figura 3.

3.2.2 Retire el tractor dejando libre las proyecciones hechas.

3.2.3 Unir los puntos proyectados utilizando el hilo cubierto de gis. Tomando como referencia la figura 6.

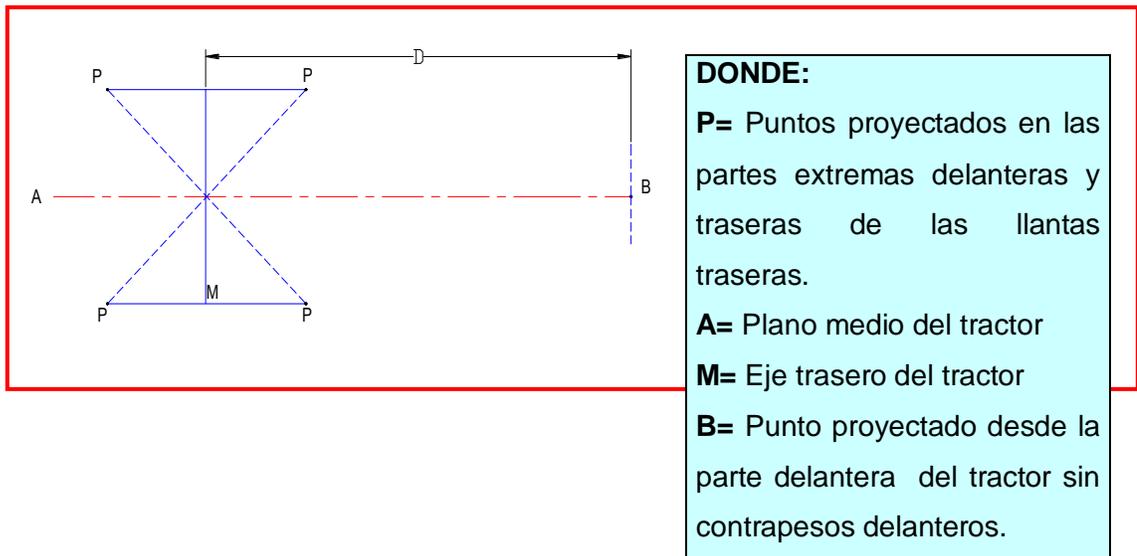


Figura 6. Trazado de líneas (Vista superior).

3.2.4 Medir la distancia D con una regla de 2,000 mm o con el flexometro.

Una vez obtenida las distancias de separación en A y D, puede colocar las placas de intercepción al suelo a estas distancias en la plataforma del banco de pruebas, para posteriormente fijar el tractor o chasis.

1. PLATAFORMA BANCO DE PRUEBAS

En ella se fija el tractor ó chasis con estructura de protección montada, para ser sometida a prueba de resistencia.

2. PLACA DE INTERSECCIÓN AL PISO

Se coloca y se fijan en la plataforma del banco para poder sujetar el tractor, la separación de estas al momento de colocarlas en la plataforma estará dada por las características del tractor a fijar.

3. BASES DE FIJACIÓN PARTE TRASERA DEL TRACTOR

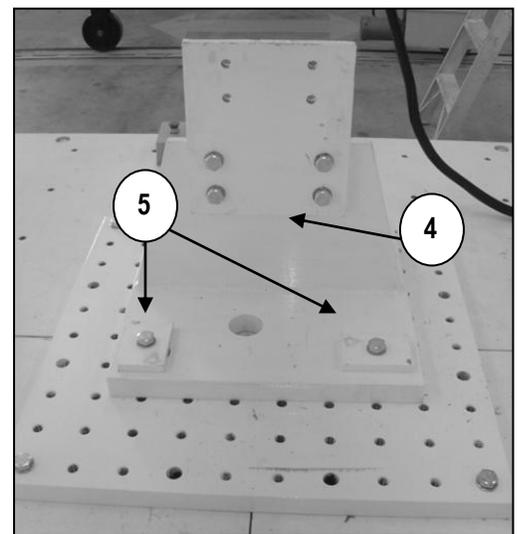
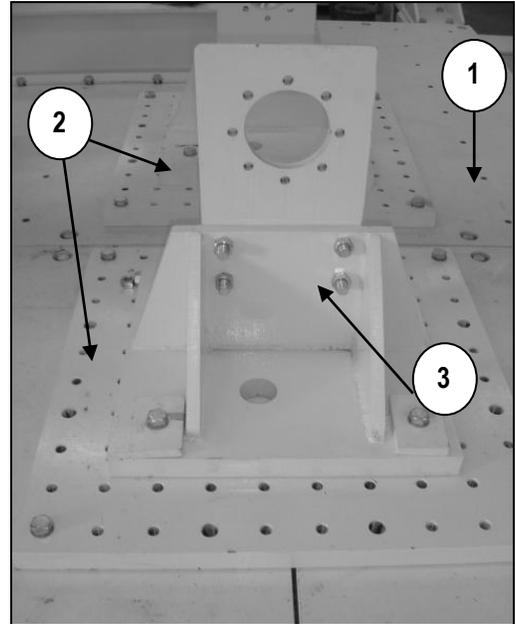
Se colocan y se fijan encima de las placas de intersección al piso traseras.

4. BASE DE FIJACIÓN PARTE DELANTERA DEL TRACTOR

Se coloca y se fija encima de la placa de intersección al piso delantera.

5. PLACAS RECTANGULARES SOPORTE

Placas rectangulares que se colocan en la cabeza del tornillo para fijar las bases de fijación con las placas intercepción.

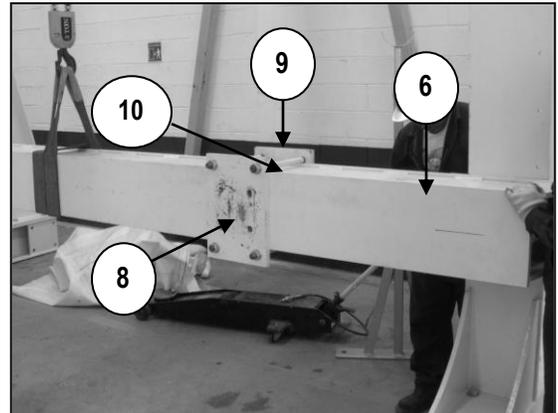


6. VIGA ACTUADOR HORIZONTAL

Se coloca en una de los pares soportes de la plataforma del banco, sirve para colocar el actuador hidráulico para la aplicación de empujes longitudinales y transversales al ROPS.

7. ABRAZADERAS DE VIGA ACTUADOR HORIZONTAL

Con estas abrazaderas se fija la viga actuador horizontal a los soportes de la plataforma.

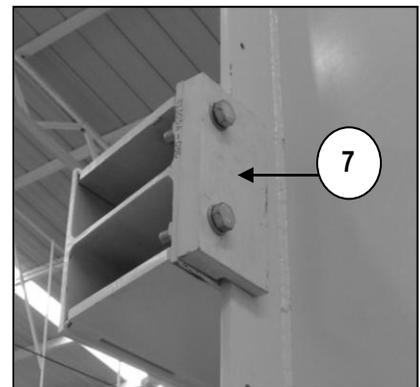


8. PLACA MONTURA DELANTERA ACTUADOR HORIZONTAL

9. PLACA MONTURA TRASERA ACTUADOR HORIZONTAL

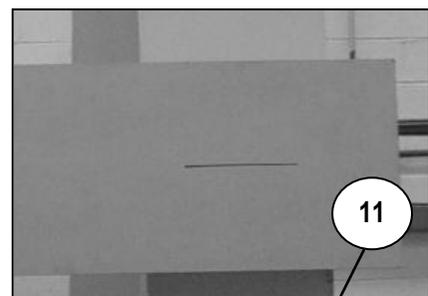
10. TORNILLOS MONTURA ACTUADOR HORIZONTAL

Las placas montura se colocan envolviendo a la viga actuador horizontal, sujetándolas con los tornillos montura y tuercas. En la placa montura delantera se coloca el actuador hidráulico para la aplicación de de empujes longitudinales y transversales al ROPS.

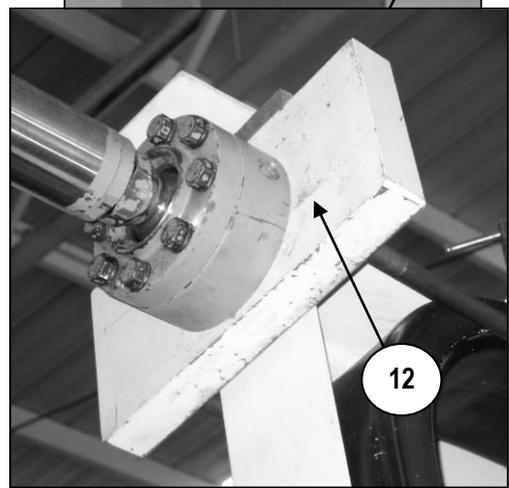


11. PERNOS DE LANZAMIENTO RÁPIDO 12.7 X 25 mm

Cuando la viga actuador horizontal ha sido colocada a la altura requerida y fijada, como mecanismo de seguridad se insertar un perno de lanzamiento rápido en el agujero inmediatamente debajo de la viga horizontal en ambos soportes. Con esto se evitara que al aflojarse las fijaciones la viga caiga.



12. VIGA DE APLICACIÓN DE CARGA (300, 350, 400 Y 500 mm)



Estas vigas de longitud variable, se colocan en la punta del actuador hidráulico, para aplicar los empujes longitudinales y transversales al ROPS.

13. VIGAS ACTUADOR VERTICAL

Se colocan y se fijan a la plataforma del banco de pruebas, en cada lado del tractor de prueba a 3,500 mm de separación una de otra, en ella serán fijados los actuadores hidráulicos para las cargas de compresión.

14. VIGA DE COMPRESIÓN

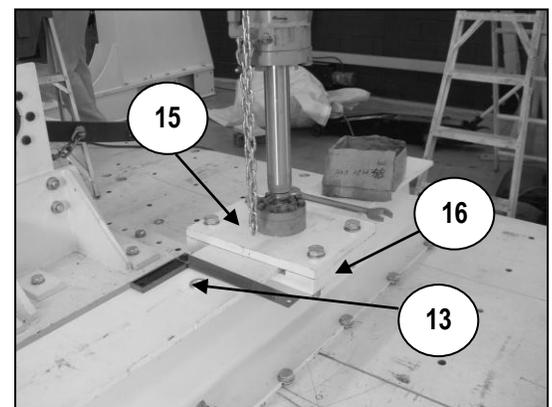
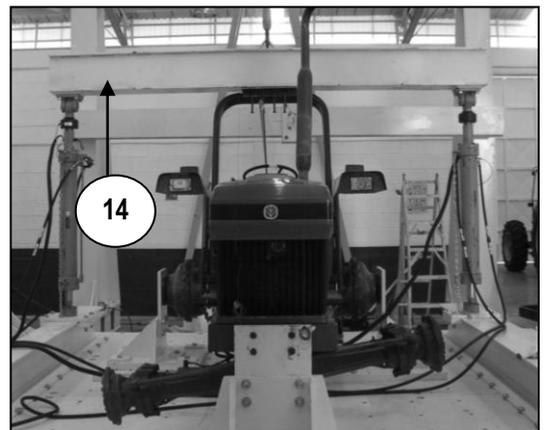
Se coloca encima del ROPS a probar, en ella se fijan los actuadores los cuales ejercerán fuerza de compresión al ROPS.

15. PLACA MONTURA ACTUADOR VERTICAL

Se colocan en la punta de cada actuador para que estos puedan ser fijados a las vigas.

16. ABRAZADERA DE PLACA MONTURA ACTUADOR VERTICAL

Con estas abrazaderas se fijan los actuadores a las vigas actuador vertical.



ANEXO 9: ZONA DE SEGURIDAD.

1.5.1 Plano de referencia vertical

La zona de seguridad se define sobre la base de un plano vertical de referencia, generalmente longitudinal al tractor y que pasa por el punto de referencia del asiento y el centro del volante y, normalmente, el plano vertical de referencia coincide con el plano medio del tractor.

1.5.2 Determinación de la zona de seguridad:

La zona está delimitada por los siguientes planos, estando el tractor sobre una superficie horizontal y, cuando el volante es ajustable, en su posición normal para un conductor sentado:

1.5.2.1 Un plano horizontal A1 A2 B1 B2 900 mm por encima del punto de referencia del asiento;

1.5.2.2 Un plano inclinado H1 H2 G2 G1 perpendicular al plano vertical de referencia, y que incluye un punto a 900 mm por encima del punto de referencia del asiento y el punto más retrasado del respaldo del asiento;

1.5.2.3 Una superficie cilíndrica A1 H1 H2 A2 que es perpendicular al plano de referencia, tiene un radio de 120 mm y es tangente a los planos definidos en 1.5.2.1 y 1.5.2.2;

1.5.2.4 Una superficie cilíndrica B1 B2 C1 C2 perpendicular al plano de referencia, con un radio de 900 mm y se extiende hacia delante de 400 mm del plano definido en 1.5.2.1 supra, en los que es tangente, según una línea horizontal 150 mm por delante del punto de referencia del asiento;

1.5.2.5 Un plano inclinado C1 C2 D1 D2 perpendicular al plano de referencia, que se extiende la superficie definida en 1.5.2.4 y que pase por un punto a 40 mm del borde exterior del volante;

1.5.2.5 Un plano vertical D1 D2 E1 E2 K1 K2 perpendicular al plano de referencia y pasa a 40 mm por delante del borde exterior del volante;

1.5.2.7 Un plano horizontal E1 E2 F1 P1 N1 N2 F2 P2 pasa por el punto de referencia del asiento;

1.5.2.8 Una superficie curvilínea G1 G2 L1 M1 N1 N2 M2 L2 perpendicular al plano de referencia y en contacto con la parte posterior del respaldo del asiento;

- 1.5.2.9 Dos planos verticales K1 I1 F1 E1 y E2 K2 paralelo I2 F2 al plano de referencia, 250 mm por encima del plano horizontal que pasa por el punto de referencia del asiento;
- 1.5.2.10 Dos planos inclinados y paralelos L2 A1 B1 C1 D1 K1 I1 L1 G1 H1 y D2 A2 C2 B2 I2 K2 G2 H2 a partir del borde superior de los planos definidos en 1.5.2.9 anterior y unirse al plano horizontal definido en 1.5. 2,1 por encima de un mínimo de 100 mm del plano de referencia en el lado donde se aplica el impacto;
- 1.5.2.11 Dos porciones de planos verticales P1 Q1 y Q2 N1 M1 M2 N2 P2 paralelo al plano de referencia, 200 mm a ambos lados de dicho plano y limitados hacia arriba a 300 mm por encima del plano horizontal que pasa por el punto de referencia del asiento;
- 1.5.2.12 Dos porciones I1 P1 P1 F1 y F2 I2 P2 Q2 de un plano vertical, perpendicular al plano de referencia y que pasen a 350 mm por delante del punto de referencia del asiento;
- 1.5.2.13 Dos porciones I1 Q1 M1 L1 y L2 I2 M2 Q2 del plano horizontal que pase a 300 mm por encima del punto de referencia del asiento.

ANEXO 10. “I-SH” Sistema hidráulico

El sistema hidráulico tiene como misión suministrar un caudal de aceite a una presión determinada. En los sistemas hidráulicos la energía es transmitida a través de tuberías, esta energía es función del caudal y presión del aceite que circula en el sistema. El

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

La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia.



COMPONENTES DEL SISTEMA

No.	Pza	Descripción
1	1	Deposito de aceite

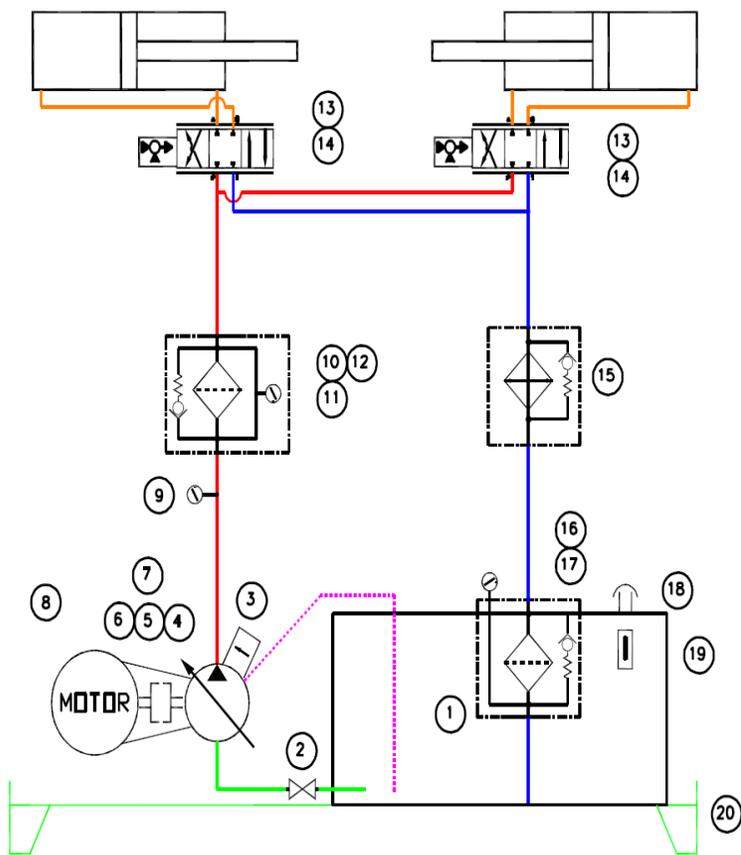


Figura 1. Diagrama del sistema.

2	1	Válvula de paso
3	1	Bomba de pistones
4, 5, 6, 7	1	Conectores, Coples
8	1	Motor eléctrico trifásico
9	1	Medidor de presión de aceite
10	1	Filtro
11	1	Elemento filtro
12	1	Indicador de condición del filtro
13	2	Cilindro
14	2	Servoválvula
15	1	Enfriador de aceite
16	1	Filtro retorno del depósito de aceite
17	1	Elemento filtro
18	1	Filtro del respiradero del depósito (suministro de aceite)
19	1	Indicador de Nivel y Temperatura del aceite
20	1	Base del deposito

1. DEPOSITO DE ACEITE

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
HJ20	HYDRO-GRAFT	-	AP

El depósito HJ20 ha sido fabricado con servicio y la alta calidad resolviendo las necesidades hidráulicas de muchas industrias y usos diversos. El depósito ofrece un diseño estándar diseñada para la mayoría de los usos populares con diseños mejorados para tu uso y situación con calidad y experiencia de funcionamiento.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Los depósitos Hidráulicos-Craft HJ20 resuelven o exceden todos los estándares de J.I.C. y de ASLE.
- Se fabrica cuidadosamente de la placa y de la hoja de acero laminadas en caliente, se conservan en vinagre y se engrasan, eliminando la necesidad de pulir con chorro de arena y del residuo subsecuente.
- Estacionario Bafle ranurado correctamente para la circulación correcta del aceite.
- El medidor de nivel y de temperatura de aceite son estándar. El medidor de la temperatura ofrece lecturas en centígrado y Fahrenheit.
- El ensamble del filtro del respiradero del depósito esta blindado y protegido. Tiene un tamiz de nylon anticorrosivo. Diez veces la cantidad de flujo de aire como unidades comparables ahora disponibles.
- Tiene cuatro agujeros de levantamiento de 2-1/4 " de diámetro.

DIMENSIONES

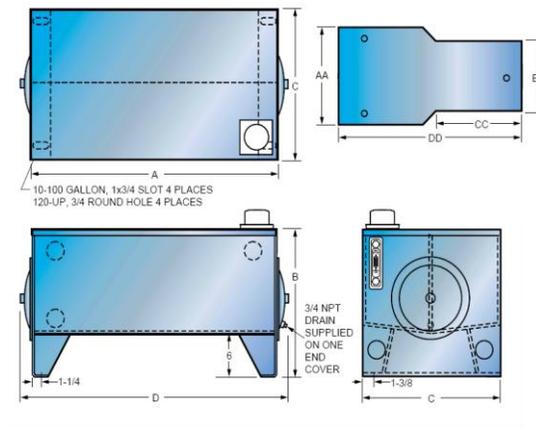


Figura 2. Dimensiones generales del depósito.

Letra	Medida
Galones (lts.)	20 (76)
A	30
B	20
C	18
D	34
Cubierta del extremo	12
Extremos	7 ga.
Tapa	7 ga.
Laterales	12 ga.
Fondo	12 ga.
Peso, lbs. (kg)	130 (59)

Dimensiones en pulgadas

AA	12
BB	7
CC	9.50
DD	24
Espesor	3/4
Agujeros	3
Dimensiones en Pulgadas	

2. VÁLVULA DE PASO CIERRE DE BOLA

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
2BVL2020B	STAUFF	-	AP



Una válvula de paso es un sistema mecánico gracias al cual se puede regular el flujo de líquidos que circulan a través de una tubería. El proceso se efectúa mediante una pieza que tapa de forma parcial o completa el orificio de la cañería.

Por este sistema, se puede controlar el paso tanto de los líquidos más inocuos hasta de los más corrosivos. Según las necesidades que vienen determinadas por el tipo de sustancia y la cantidad de flujo de ésta, hay disponible una amplia gama de válvulas.

La válvula 2BVL es una válvula de bola en la cual el cierre se efectúa realizando un cuarto de vuelta (90 grados). Se suele usar para garantizar un cierre hermético y cuando su manejo debe ser frecuente, recomendada cuando se necesita un cierre o apertura completos y para cuando existe una pequeña cantidad de líquido en la tubería.

La válvula serie 2BVL es una válvula de presión baja cuyas características principales son las siguientes:

- De latón cromado en caliente con revestimiento de latón en la bola.
- El soplo hacia fuera hace resistente el vástago.
- Asientos, sellos y arandela de empuje de Teflón.
- Manija de metal de ¼ " a 2".
- Manija de aluminio de 2 ½ " a 4".
- Todas las válvulas son de puerto completo.

DIMENSIONES

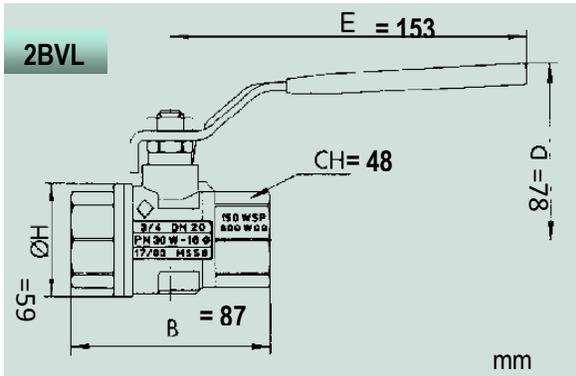


Figura 3. Dimensiones de la válvula.

ESPECIFICACIONES

Parámetros	Medidas
Rango de presión, MPa (bar), (psi)	4.14 (40) (600)
Peso, kg (lbs.)	0.93 (2.01)
Temperatura de operación, °C (°F)	160 (320)

CÓDIGO DEL MODELO

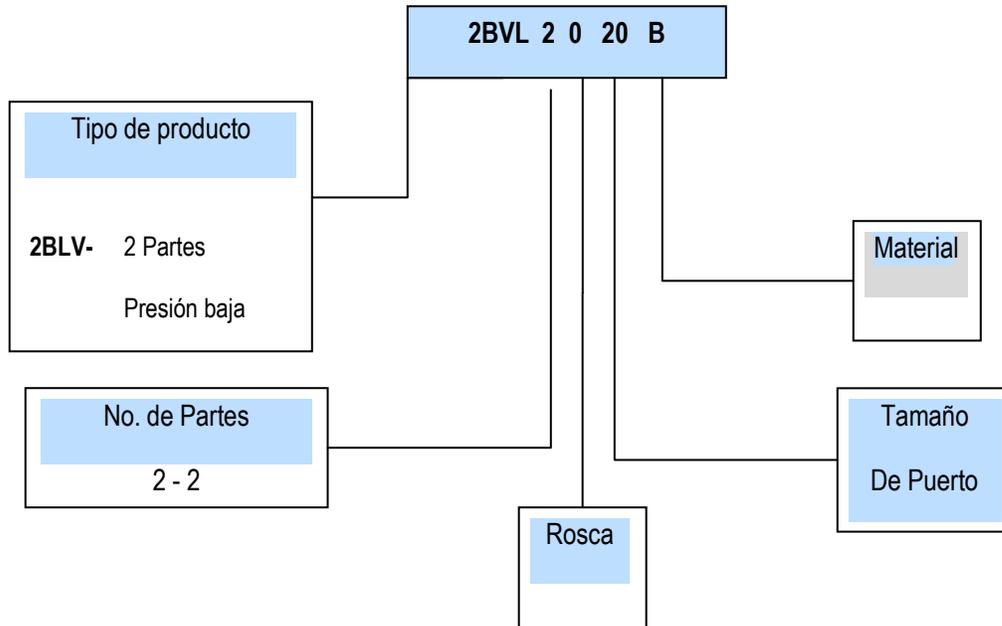


Figura 4. Código de la válvula.

3. BOMBA DE PISTONES CON COMPENSADOR DE PRESIÓN

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
PVQ20-B2R-SE1S-21-0	VICKERS	03076	AP



La bomba es el órgano que genera la potencia hidráulica en el circuito la cual se transmite dentro del mismo a través del fluido que circula. El fluido que así circula por el sistema hidráulico, evidentemente debe ser dirigido convenientemente a los diversos cilindros, actuadores, o motores, de acuerdo a las exigencias y secuencias del trabajo que se deba realizar.

Las bombas de pistón de PVQ son unidades en línea, volumétricas y están disponibles en nueve tamaños. El desplazamiento es variado por medio de controladores de presión y/o controladores compensadores de flujo. Un surtido impresionante de opciones del control ofrece una máxima flexibilidad de funcionamiento.

PVQs funciona en los niveles de silencio que resuelven las demandas industriales exigentes de hoy. El nivel de sonido de cada unidad se acerca o está debajo del motor eléctrico que lo conduce. El sonido es reducido por un patentado arreglo que produce pulsos a tiempo en el flujo de la toma de corriente que también produce presión baja. Esto conduce a las tendencias reducidas para el ruido en sistemas usando PVQs.

La serie de PVQ son capaces de operar con muchos tipos de fluidos hidráulico. Los contenidos de agua y fósforo en los fluidos se pueden acomodar, en adición de los fluidos típicos basados en petróleo y sintéticos.

PVQs reservado tiene una excelente características de operación, y sus muchos controladores y monturas opcionales permiten elegir del modelo óptimo para cualquier uso. Además, posee la misma durabilidad y características duraderas esperadas de los mejores productos industriales del mercado de hoy.

CARACTERÍSTICAS

- Bomba de pistón en línea
- Volumen variable
- Series silenciosa
- Montajes SAE J744 101-2 (SAE B)
- Rotación vista desde la flecha final mano derecha (cw) estándar.

COMPENSADOR DE PRESIÓN CON MÁXIMA PARADA DE AJUSTE DE DESPLAZAMIENTO MÁXIMO



El controlador compensador de presión ajusta automáticamente la entrega de la bomba para mantener el volumen requerido de operación del sistema a la preseleccionada presión. La entrega máxima de la bomba es mantenida a aproximadamente 75 PSI debajo del ajuste de presión antes de ser reducida. El controlador compensador opera en un lado del centro y tiene un rango de ajuste según lo señalado en la enumeración modelo

sistema.

La parada máxima ajustable de presión del control permite la entrega máxima a la bomba a ser externamente ajustado a partir del 25% hasta el 100% mientras se mantienen todas las características estándar del compensador de presión de la bomba. Para asistencia inicial suficiente, el control de ajuste manual debe ser por lo menos el 40% de la máxima posición de flujo.

AJUSTE DEL COMPENSADOR

Aflojar la tuerca de fijación en la barra ajustadora. Ajustar la barra dando vueltas en el sentido de las manecillas del reloj (a la derecha) para disminuir la entrega máxima de la bomba o en el sentido contrario de las agujas del reloj (a la izquierda) para incrementar la entrega máxima de la bomba hasta obtener el ajuste deseado. Asegurar este ajuste apretando la tuerca de fijación

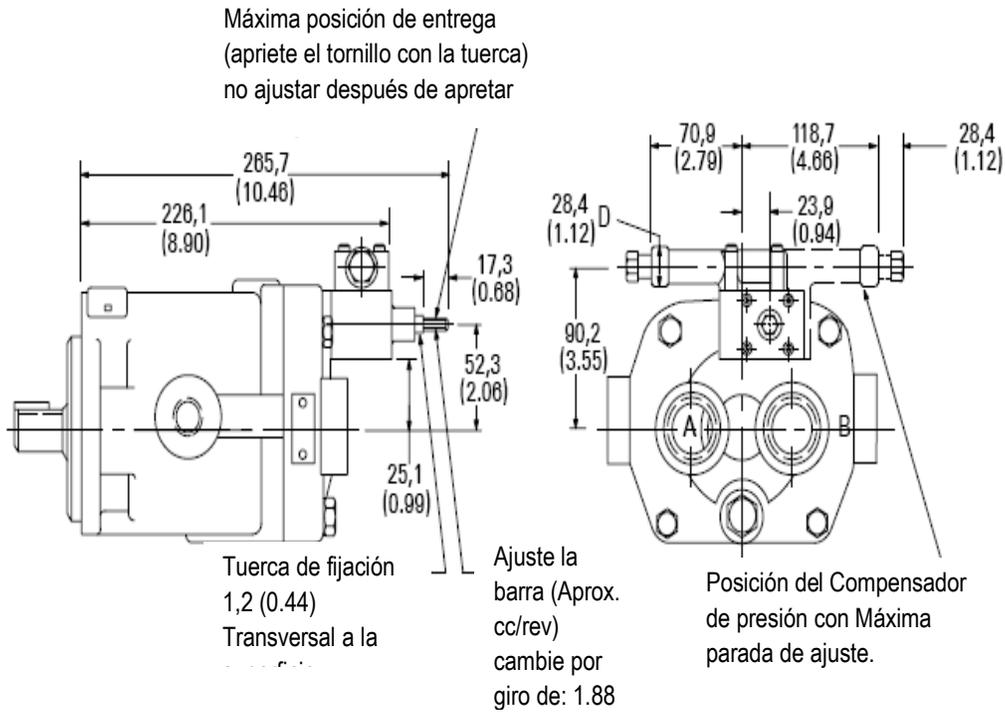


Figura 5. Ajuste del compensador.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones	Rango
Máximo desplazamiento geométrico cm^3/r (in^3/r)	21.1 (1.290)
Rango de Velocidad, r/min.	1800
Máxima presión, MPa (bar) (psi)	21.0 (210) (3000)
Salida de poder a máximo presión y rango de velocidad, kW (HP)	14.9 (20)
Peso aproximado, kg (lb)	14 (31)
Rango de presión del compensador, MPa (bar) (psi)	22.0 (220) (3200)
Sonido a máxima presión y velocidad, dB(A)	64
Respuesta del compensador a presión alta, seg.	0.070
Respuesta del compensador a presión baja, seg.	0.023
Respuesta del compensador a carga baja, seg.	0.090

Respuesta del compensador a carga alta, seg.	0.015
Salida máxima de torque, Nm (lb. In.)	135 (1200)

8. MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
254TC	V.J.PAMENSKY ELECTRICA MOTORS	B20071EKJ	AP



El motor eléctrico es un dispositivo simple en principio, convierte energía eléctrica en energía mecánica. Al paso de los años, los motores eléctricos han cambiado substancialmente en diseño, no obstante los principios básicos de operación han seguido siendo iguales. El Motor eléctrico 254TC es de tres fases, con acabados de hierro colado, sistema de enfriamiento con rotor, cojinetes estándar, rotor de aluminio, tapones de desagüe automáticos - presión compensada, positivo sistema lubricante de la presión y flujo continuo.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones	Rango
Temperatura ambiente °C (°F)	104 (40)
Color	RAL 5007 Azul
Potencia, HP (kw)	15 (11.18)
Velocidad, RPM	1800
Peso aproximado kg (lbs.)	120 (266)
Amper a 460 V	17.9
Eficiencia, %	91
Dimensión, mm (pulg.)	590 (23.213)
Voltaje	208 – 230/460 V
Elevación de temperatura	Clase 'B' (80°C)
Altitud, m (pies)	1000 (3300)

9. MEDIDOR DE PRESIÓN DE ACEITE

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
25.310-5000	HYPOWER	-	AP



Medidor de presión marca HYPOWER, diseñado para larga vida en condiciones severas de operación, el baño de glicerina humedece el movimiento del indicador, tubos de

burdon y dispositivos de amplificación reducen a un mínimo los efectos de pulsación del sistema y vibraciones mecánicas.

ESPECIFICACIONES

- Presión máxima de 445 bar (5000PSI)
- Medidor de presión de Mercurio
- Indicador analógico.

10. FILTRO

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
W4401A4JNB1	WESTERN FILTER VALENCIA, S.A.	-	AP

11. ELEMENTO FILTRO

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
E304B1C03	WESTERN FILTER VALENCIA, S.A.	-	AP

12. INDICADOR DE CONDICIÓN DEL FILTRO

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
PVLNBNN	WESTERN FILTER VALENCIA, S.A.	-	AP



La función primaria del filtro W440 es reducir o eliminar contaminaciones indeseables de los líquidos antes de que atraviesen los componentes sensibles del sistema. Estos contaminantes, cuando fluyen en el sistema libremente puede causar desgaste, mal funcionamiento, y la falla de muchos componentes. Sin importar condiciones, la contaminación es inherente en cada líquido del sistema. Es influenciado por muchos factores, generados por componentes mecánicos, y recogido por el líquido que circula.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones	Rango
Presión máxima de Trabajo, MPa (bar) (psi)	2.76 (276) (4000)
Presión en prueba , MPa (bar) (psi)	4.14 (414) (6000)
Presión de descarga, MPa (bar) (psi)	6.90 (690) (10000)
Fatiga, MPa (bar) (psi)	16.9 (169) (2450)
Flujo, l/min. (GPM)	91 (24)
Tamaño de rosca, mm (pulg.)	19 (¾)
Materiales	
Cabeza	Hierro fundido
Tazón	Acero
Temperatura de operación	
Buna, °C (°F)	-43 a 107 (-45 a 225)
Viton A, °C (°F)	-29 a 121 (-20 a 250)
Peso kg (lbs.)	3.8 (8.4)
Fluidos compatibles	Aceite de Petróleo , Glicol del agua, aceite/agua, HWCF, y los fluidos sintéticos.
Rango de presión del indicador , MPa, (bar) (psid)	0.24 (2.4 ±0.34) (35 ± 5)

15. ENFRIADOR DE ACEITE

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
AOC-22-1-60	THERMAL TRANSFER PRODUCTS	475 954	AP

MOTOR ELÉCTRICO MONOFASICO

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
A-67223	BALDOR COMERCIAL MOTOR	17E416W670G1	AP

VARIADOR DE TEMPERATURA

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
A319	JOHNSON CONTROLS	-	AP



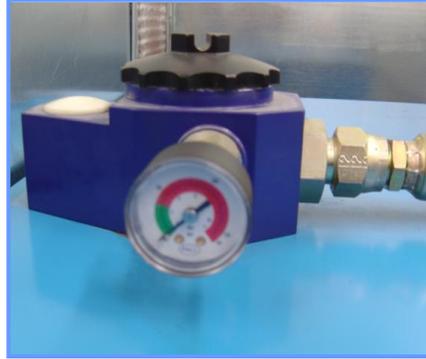
Enfriador de aceite con retiro de calor por arriba de los 80 hp, fluido de aceite a 150 GPM, Incluye soportes para montarlo, conexiones según SAE con motor monofásico y variador de temperatura de enfriamiento.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones	Rango
Tipo de conexión	NPT
Puente relevador MPa, (bar) (psi)	0.413 (4.13) (60)
MATERIALES	
Tubos	Cobre
Aletas	Aluminio
Aspa del ventilador	Cubo de Aluminio con acero
Protector del ventilador	Acero cocido
Gabinete	Acero cocido
Conexiones	Acero
Placa de identificación	Aluminio
Filtro	Placa inoxidable con medio lavable
RANGOS DE OPERACIÓN	
Presión de operación, MPa, (bar) (psi)	2.06 (20.68) (300)
Presión de prueba, MPa, (bar) (psi)	2.06 (20.68) (300)
Temperatura de operación °C (°F)	-350 (177)
MOTOR	
HP (Kw)	0.25 (0.18)
Monofásico	115/230V/60/50 Hz
Velocidad, RPM	1700 (60 Hz) 1350 (50 Hz)
Sobrecarga termal	SI
Ruido DB(A)	80 - 84
VARIADOR DE TEMPERATURA	
Rango de variación °C (°F)	40 – 100 (100 – 220)
Temperatura fijada en el sistema °C (°F)	85 (185)

16. FILTRO RETORNO DEL DEPÓSITO DE ACEITE

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
UT299A16AN08HBSNG	PALL	-	AP



La función del filtro UT299 es reducir o eliminar contaminaciones indeseables de los líquidos antes de que regrese al depósito, para evitar que estos atraviesen los componentes sensibles del sistema al reutilizar el fluido. Estos contaminantes, cuando fluyen en el sistema libremente puede causar desgaste, mal funcionamiento, y la falla de muchos componentes.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones	Rango
Máximo rango de presión trabajando, MPa (bar) (psi)	1.0 (10) (150)
Rango de temperatura °C (°F)	Sellos de nitrilo -43 a 107 (-45 a 225) Sellos de Fluorocarbon: -29 a 120 (-20 a 250) Máximo 60 (140) en HWCF o fluidos de glicol de agua
Ajuste de la válvula de paso, MPa, (bar) (psi)	0.17 (1.7) (25) 0.34 (3.4) (50)
Presión de apertura del filtro elemento, MPa (bar) (psi)	1.0 (10) (150)
Materiales de construcción	Cubierta exterior de la cabeza de aluminio, cubierta de cristal polímetro & carcasa de acero
Construcción del elemento	Fibras inorgánicas unidas con resina epoxy

COMPONENTES

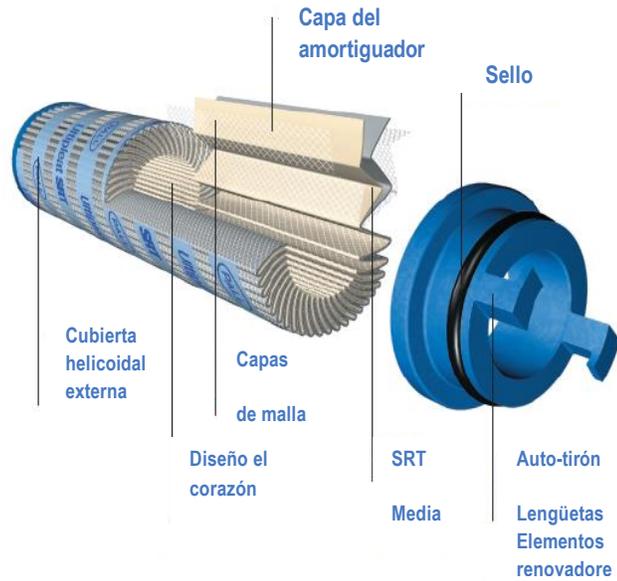


Figura 6. Componentes del filtro.

18. FILTRO DEL RESPIRADERO DEL DEPOSITO (SUMINISTRO DE ACEITE)

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
HC-120	HYDRO CRAFT	-	AP



El filtro del respiradero que está en el depósito tiene la función de reducir o eliminar contaminaciones indeseables que pudieran tener los líquidos al momento de suministrar el depósito y así evitar que estos atraviesen los componentes sensibles del sistema pudiendo causar daños.

El tamiz del filtro esta hecho de nylon con materiales más resistentes que los convencionales no corrosivos, el cual lo hace compatible con la mayoría de los fluidos, el tamaño del tamiz puede estar disponible de 3" ó 8 " y 4 " siendo el estándar. El reborde en el tamiz actúa como junta. Desplaza 192 galones por el minuto (25 CFM), esta disponible en 10 ó 40 micrones y cuenta con un casquillo plateado con cadena de seguridad.

19. INDICADOR DE NIVEL Y TEMPERATURA DEL ACEITE

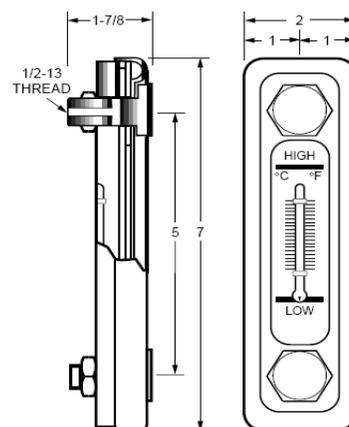
Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
HSG-55	HYDRO CRAFT	-	AP



Indicador de nivel y temperatura del aceite en el depósito, puede ser montado en el exterior o interior del depósito. Requiere solamente dos agujeros de montaje todas sus piezas externas son de acero inoxidable, tiene una lupa No-frágil 2X, su marcador de termómetro es estándar con grados centígrados y Fahrenheit, soporta temperatura de hasta 225 °F (107°C).

DIMENSIONES

Figura 7. Dimensiones del indicador



Pulgadas

20. BASE DEL DEPÓSITO

Modelo:	Marca:	Serie:	Ubicación:
-	HYDRO CRAFT	-	AP



ANEXO 10. "I-CDE". Cilindro hidráulico de doble efecto.

CILINDROS DE DOBLE EFECTO

Los cilindros de doble efecto hacen carrera de carga cuando el vástago esta saliendo del cilindro pero que, en su carrera de retorno no desarrolla ningún trabajo, y dicha retorno debe ser la más rápido posible.

Cuando la válvula NO esta ACTUADA, el aceite a presión que la bomba esta enviando pasa y actúa al mismo tiempo sobre ambas caras del pistón. Debido a que las mismas no tienen la misma superficie, siendo mayor la superficie de la cara ciega, (llamada así a la que no tiene vástago), se creara una fuerza diferencial de avance, que provocará el avance del pistón desarrollando su carrera de trabajo.

La fuerza resultante que hará avanzar el vástago durante su carrera de trabajo será el producto de la presión por la superficie de la sección del vástago. Por otra parte, el volumen de aceite desalojado por el pistón en su carrera de avance, ira a unirse en la puerta de entrada de la válvula con el caudal que esta enviando la bomba, y ambos penetrarán juntos en la parte trasera del cilindro, dando como resultado una mayor velocidad en el avance del mismo. Esto se llama "**acción regenerativa**".

Cuando la válvula se invierte, la presión queda bloqueada en la puerta de entrada de la válvula mientras que la parte trasera del cilindro se conecta a la descarga del tanque. Simultáneamente, la presión de la bomba se hace ahora presente libremente sobre la cara anular del pistón y lo hace retroceder. Este tipo de accionamiento se llama también "**Avance del Pistón de contrapresión**".



ACCIÓN REGENERATIVA Y CONTRAPRESIÓN

Cuando un cilindro de doble efecto está conectado de tal manera que la cara ciega del pistón está conectada a la presión de bomba a través de algún tipo de válvula de control direccional, mientras que la contracara anular está conectada directamente al circuito, de manera que cuando el cilindro está avanzando, esta al mismo tiempo venciendo una contrapresión que está actuando sobre la cara anular, se dice que el cilindro está **conectado a contrapresión** si el volumen desalojado va directamente drenado al tanque, pero si este volumen desalojado se une nuevamente al caudal de la bomba que entra a la puerta de presión P de la válvula de mando, entonces a la cara ciega del pistón está llegando en ese momento el caudal de la bomba más el caudal adicional proveniente del volumen desalojado por el cilindro en su movimiento de avance. Dicho volumen está también presurizado, y al sumarse al volumen suministrado por el caudal de la bomba que está entrando a la cara ciega del cilindro la suma de ambas dará como consecuencia un volumen mayor. Esto ocasiona que el cilindro desarrolle su carrera de avance a una mayor velocidad.

El volumen desalojado por el cilindro en su movimiento de avance se ha regenerado como un volumen de fluido capaz de suministrar un trabajo mecánico. Tal circuito entonces es un **circuito regenerativo**. El propósito de un circuito regenerativo es incrementar la velocidad de la carrera de avance del cilindro. La regeneración no puede ser nunca lograda en la carrera de retorno.

FUERZA DE EMPUJE DEL CILINDRO

Dado que la misma presión de circuito está actuando sobre ambas caras del pistón, o sea sobre la cara ciega y sobre la cara anular, es evidente que el producto de esta presión por las respectivas superficies de ambas caras del pistón darán fuerzas resultantes de sentidos opuestos, cuya diferencia será el empuje total resultante (thrust) bajo el cual actuará el cilindro en su carrera de trabajo. El empuje resultante será igual al producto de la presión por la superficie correspondiente a la sección del vástago.

VELOCIDAD DE AVANCE DEL CILINDRO

Dado que el volumen de aceite contenido en la parte delantera del cilindro y desalojado por el pistón en su carrera de avance llenada sobre el lado de la cara ciega, un volumen equivalente al volumen total desplazado por el cilindro en su carrera de avance, respetando al mismo, el volumen ocupado por el vástago. Por tal causa, cuando el cilindro está cumpliendo su movimiento de avance, la bomba solamente necesitará suministrar precisamente el volumen del vástago.

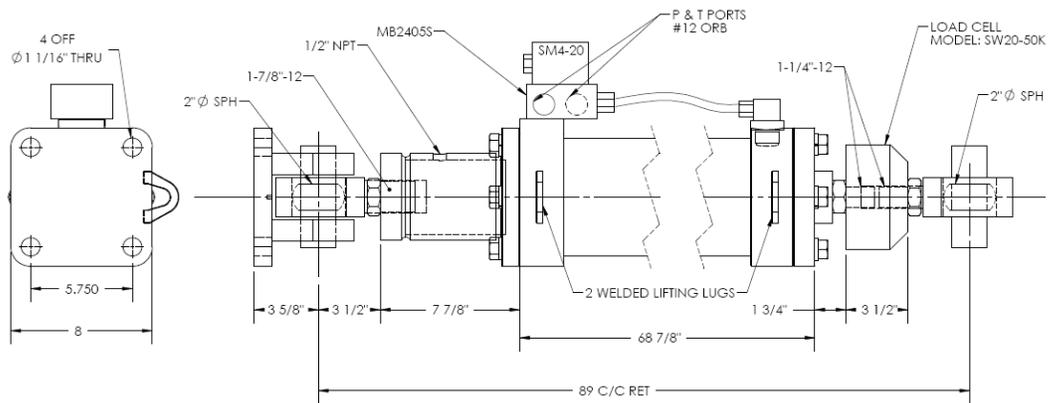
Por lo dicho, para calcular la velocidad de avance del cilindro cuando el mismo se encuentra bajo una acción regenerativa, basta solamente dividir el caudal de la bomba en litros/ minuto o en litros/segundo por el volumen del vástago en decímetros cúbicos. El

resultado será la velocidad de avance del cilindro en decímetros / minutos o decímetros/segundo.

ESPECIFICACIONES

Parámetros	Rango
Presión máxima	17.5 MPa. (2,538 psi)
Diámetro interior	127 mm (5.0 pulg.)
Máximo desplazamiento del vástago	914.4 mm (36 pulg.)
Diámetro del vástago	63.5 mm (2.5 pulg.)

DIMENSIONES



ANEXO 11. “I-SV” Servovalvula”

La servovalvula Vicker SM4-20 puede proveer un sistema de control cerrado con exactitud posicional exacta, repetibilidad de perfiles de velocidad y regulación fiable de la fuerza o del esfuerzo de torsión. Las aplicaciones típicas son en pruebas y simulación de equipamiento, maquinas, frenos de presión hidráulica, equipos de animación y entretenimiento, engrase de vehículos y maquinas cortadoras de madera entre otros.



El SM4 servovalvula, cuando es usada con un cilindro hidráulico, transductor de posición, y eléctricos apropiados, puede proporcionar el mando de posición de cilindro infinito dentro de 0,025 mm (0.001 pulgadas) o bien, dependiendo de los componentes seleccionados, longitud de movimiento y características de la carga.

ESPECIFICACIONES

Flujo y Salida

Todos los datos son basados en pruebas actuales
a 70 bar (1000 psi) , 30 cST (141 SUS), y 49 °C (120°F)

Modelo	Máxima rango de flujo $\pm 10\%$ l/min (USgpm)	Salida nula total máxima l/min (USgpm)	Máxima flujo piloto a 70 bar (1000 psi) l/min (USgpm)
SM4-20	76 (20)	2,0 (0.52)	0,35 (0.092)

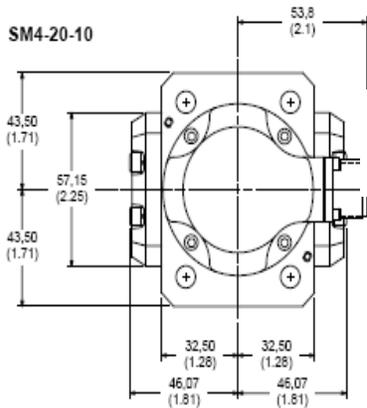
Desempeño

Suministro máximo de presión Bar (psi)	210 (3000)*
Suministro mínimo de presión Bar (psi)	14 (200)
Prueba de presión % suministro máximo de presión	en el puerto del suministro: 150 en el puerto del retorno: 100
Presión de estallido, puerto de retorno abierto % suministro de presión máxima	250
Temperatura de operación máxima °C (°F)	135 (275)
Rango de flujo USgpm (l/min)	5.0 (19)
Resistencia / Rango de corriente Ohms (mA)	80 (40)
Histéresis alrededor del valor nulo % de corriente especificada	≤3
Error suministrado % de corriente especificada	< 10
Error de linealidad % de corriente especificada	< 10
Umbral % de corriente especificada	≤ 0.5

* SM4-20 (-50 grados) características de suministro máximas de presión a 350 bar (5000 psi).

Resultados de la prueba rigurosos

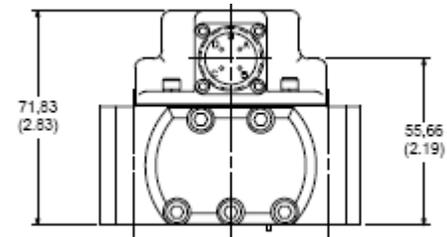
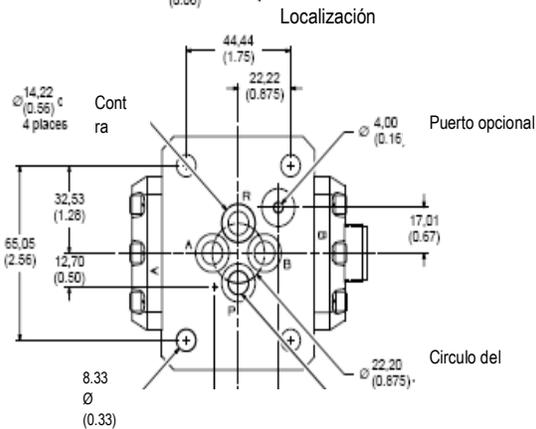
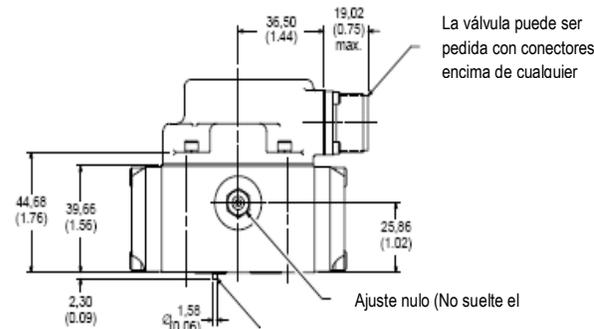
Pruebas de vibración 5 Hz a 2000 Hz a lo largo de cada eje	Ningún daño a los componentes
Prueba de choque 150 g a lo larga de todos los ejes	Ningún daño a los componentes
Prueba de resistencia ISO 6404	Ninguna degradación en desempeño
Peso servo válvula kg (lbs.)	1.05 (2.3)



DIMENSIONES

Nota:

Torque de montaje en los tornillos de 14 a 15 Nm (120 a 130 lb.in.)



AJUSTES MECÁNICOS NULOS

Todas las servovalvulas SM4 tienen una mecánica de ajustes nulos. Todas las válvulas se envían con ajustes nulos en el sistema de posición central. En la posición central, los puertos de control de presión A y B son iguales cuando no se están aplicando ninguna señal electrónica a una válvula portuaria bloqueada.

Ocasionalmente, la servovalvula puede requerir un ajuste mecánico para asegurar que la bobina está situada en una posición centrada o nula. Normalmente estos ajustes son necesarios cuando hay cualquier de estos puntos:

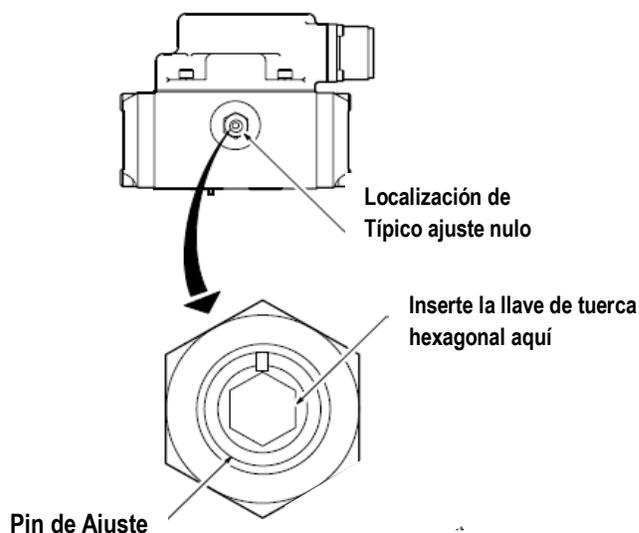
- a) El actuador experimenta significativamente el movimiento de flujo en las condiciones de carga cero de la entrada señal/no ó.
- b) Una diferencia máxima de flujo de salida de cada puerto que se observa del cilindro, para iguales entradas de señales en ambas direcciones.

Procedimiento de ajuste nulo

1. Apague la maquina.
2. Descargar la presión a la válvula y el actuador.
3. Asegurase que el actuador este independiente para que no se mueva a lo largo del rango de su trayectoria para evitar dañar a los accesorios.
4. Desconecte el conector ecléctico de la válvula, esto causa que la válvula mande señal para ser cero.

Nota: No aflojar la tuerca de fijación. Esta se aprieta en fabrica a un esfuerzo de torsión de 1.6 a 2.0 Nm (14 a 18 lb.in.).

5. Para todas las válvulas SM4-20, insertar una llave de tuerca hexagonal de 2,38m m (3/32 pulgada) en el perno del ajustador.



6. Mientras que mira el actuador, ponga en marcha el sistema y aumente lentamente la presión del sistema a su nivel de operación normal. Debe haber poco o nada de movimiento del actuador.

Precaución

Para las válvulas, dando vuelta al perno a la derecha aumenta el ajuste del fluido del puerto A.

7. Si hubo movimiento significativo del actuador en el paso 6, ajustar lentamente la válvula usando la llave de tuerca hexagonal hasta que haya poco o nada de movimiento del actuador.
8. Apague la maquina.
9. Descargar la presión a la válvula y el actuador.
10. Conecte el conector eclético de la válvula
11. Restaure el sistema según las recomendaciones y procedimientos del diseñador del sistema.

LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

A continuación se citan recomendación del equipo y flujo como ayuda para solucionar los problemas y fallas del sistema del servocontrol.

Un buen programa de mantenimiento podrá asegurar un mínimo de tiempo fuera de servicio no programado. Una limpieza fluida, mantenimiento periódico en partes mecánicas, y parámetros de operación dentro de los recomendados ayudaran a maximizar fiabilidad del sistema.

Recomendaciones mínimas de soporte del equipo

Como un mínimo, las siguientes partes deben ser disponibles para el arranque del sistema y localizar algunas averías.

- 1 – Galga de alta presión, 0 a 350 bar (0 a 5000 psi)
- 2 – Galga de presión, 0 a 210 bar (0 a 3000 psi)

1 – Galga de presión baja, 0 a 70 bar (0 a 1000 psi)

1 – Multímetro digital portátil para medir voltaje, corriente y frecuencia (Fluye Modelo 87 ó equivalentes)

Misceláneos - Las herramientas pequeñas para quitar e instalar la válvula y realizar los procedimientos de ajuste nulo.

Aislamiento de fallas del sistema

El diagrama y las tablas en las siguientes páginas podrán ayudar a localizar averías en el sistema ayudando a aislar las fallas debido a la servovalvula.

Porque el sistema puede variar significativamente en tipo y complejidad, esta localización de averías y recomendaciones de reparación no son pensadas para ser exclusivas para todos.

TABLA DE ACCIONES CORRECTIVAS

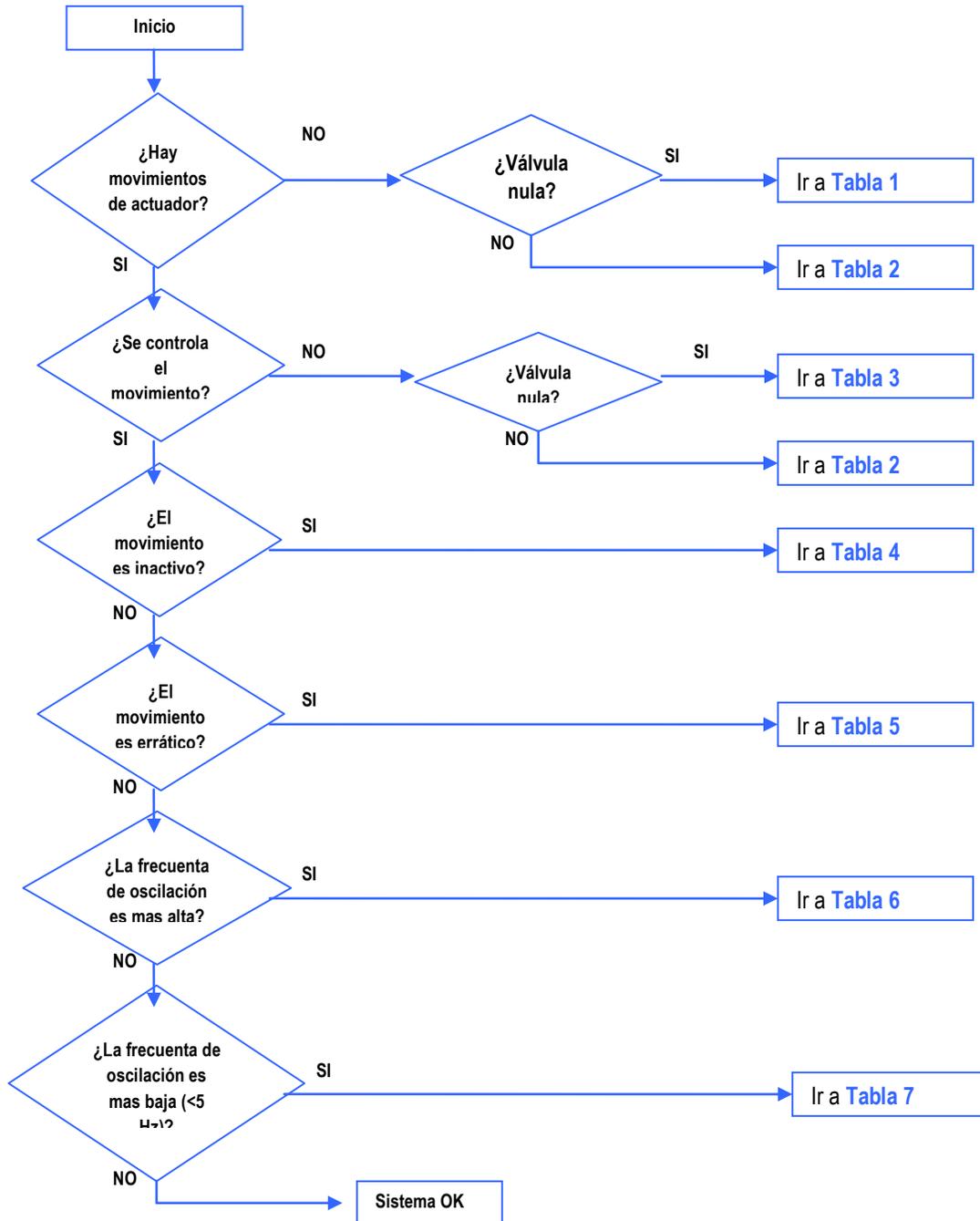


Diagrama del aislamiento de fallas.

Tabla 1

Revise estas partes (en secuencia)	Partes malas
Resistencia de la bobina de la válvula	Reemplace la válvula
Señal del comando a la válvula	Comprobar la electrónica y cableado. Reparar o sustituir lo malo
Flujo de la bomba	Ajuste, reparación o reemplazo
Presión del sistema	
Filtros de obstrucción	Contaminación fluida, sustituya filtros*

* Si el sistema de fluido está contaminado, la servo válvula puede requerir limpieza y calibración.

Tabla 2

Revise estas partes (en secuencia)	Partes malas
Instalación de la válvula	Ajustes, reparación, o cambio
Suministro de presión	
Plomería del sistema para las líneas cruzadas	
Componentes mecánicos de la máquina para unir	
Sellos y empaques del actuador para la contaminación extrema	
Todas las partes OK	Reemplace válvula

Tabla 3

Revise estas partes (en secuencia)	Partes malas
Señal de la generación	Reparar
Polaridad de la generación	Rango de polaridad
Bobina de la válvula con los alambres cruzados	Reparar
Señal del comando a la válvula	Comprobar la electrónica y cableado.

Reparar o sustituir lo malo

Tabla 4

Revise estas partes (en secuencia)	Partes malas
Señal del comando a la válvula	Comprobar la electrónica y cableado. Reparar o sustituir lo malo
Filtros de obstrucción	Contaminación fluida, sustituya filtros*
Componentes mecánicos de la máquina para unir	Ajuste, reparación o reemplazo
Flujo de la bomba	
Presión del sistema	
Señal eléctrica para ganancia es baja	Ajuste
Todas las partes OK	Remplace válvula

* Si el sistema de fluido esta contaminado, la servoválvula puede requerir limpieza y calibración.

Tabla 5

Revise estas partes (en secuencia)	Partes malas
Fluido hidráulico para limpieza	Limpiar fluido, reparar filtros*
El cableado del sistema se abre o pone en cortocircuito	
Dispositivo para el desgaste excesivo o las averías recurrentes	Reparar o reemplazar
Electrónica para las averías recurrentes	
Componentes mecánicos de la máquina para unir	Ajuste, reparación o reemplazo

* Si el sistema de fluido esta contaminado, la servoválvula puede requerir limpieza y calibración.

Tabla 6

Revise estas partes (en secuencia)	Partes malas
Electrónicos para el temblor (si son requeridos por el sistema	Ajuste, reparación o reemplazo
Eléctricos para excesivas ganancias	Ajustes
Señal de instrucción a la válvula para excesivo ruido	Revise electrónicos, rapare o remplace las malas
Señal de retorno para el ruido excesivo	Comprobar la electrónica generada, cables y transductores. Reparar o remplace las malas

Tabla 7

Revise estas partes (en secuencia)	Partes malas
Electrónicos para el temblor (si son requeridos por el sistema	Ajuste, reparación o reemplazo
Eléctricos para ganancias bajas ganancias	Ajustes (cociente del aumento del lazo)
Maquinas mecánicas y Componentes de la regeneración para el desgaste	Reparar o reemplazar

ANEXO 12. "I-TD". Transductor de desplazamiento.

Los sensores desarrollados por MTS se basan en un principio físico llamado magnetostricción, que combinando varios efectos magneto-mecánicos determinan con una precisión micrométrica la posición de los magnetos que se desplazan sobre la guía de onda.



COMPONENTES DEL SENSOR

- **Guía de Onda:** Elemento magnetostrictivo donde es generado el pulso sónico. Guía para dirigir el pulso al punto de detección en el cabezal.
- **Recolector (cinta):** Su geometría convierte el pulso de torsión en pulso longitudinal, es decir, la energía mecánica en energía magnética.
- **Bobina de recolección:** Convierte la energía magnética en energía eléctrica, la cual es enviada hacia la electrónica.
- **Magneto de posición:** Se ubica sobre la guía de onda en el punto de medición (ver figura 1).

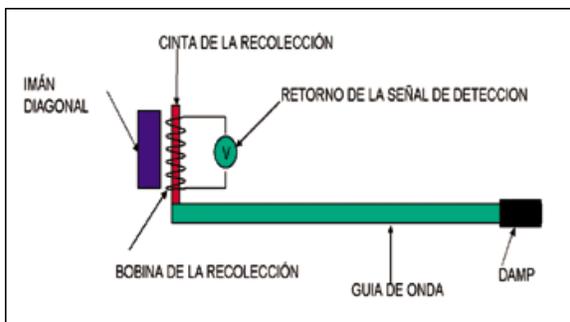
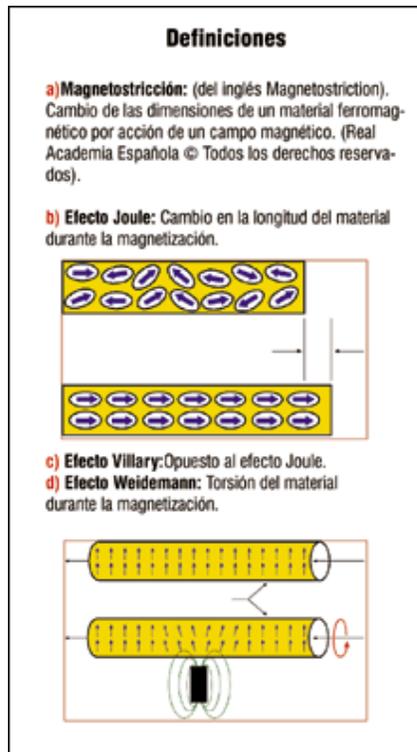


Figura 1. Posición del Magneto.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES MAGNETOESTRICTIVOS

El cabezal envía a través de la guía de ondas un pulso de interrogación (impulso eléctrico) que genera un campo electromagnético alrededor de ella y que se desplaza alejándose de la electrónica.

Cuando el campo electromagnético se encuentra con el campo magnético del imán, la guía de onda sufre una torsión (efecto de Weidemann) la que provoca un pulso sónico que viaja en sentido opuesto al de interrogación y que es recogido y procesado por la electrónica.



Como se conoce la velocidad de propagación del impulso en la guía de onda (gradiente) y el tiempo que transcurre entre que se emite el pulso de interrogación y retorna el pulso sónico, la electrónica es capaz de determinar la posición del imán con una exactitud micrométrica.

MTS aplica en dos rubros el principio magnetostrictivo, estos son: los sensores de posicionamiento y desplazamiento lineal (línea Temposonics) y una línea de equipos para medición de nivel (línea Level Plus). Esta última permite realizar mediciones de nivel, de interfaz y de temperatura (ver Figura 3).

Figura 2. Definiciones y funcionamiento.

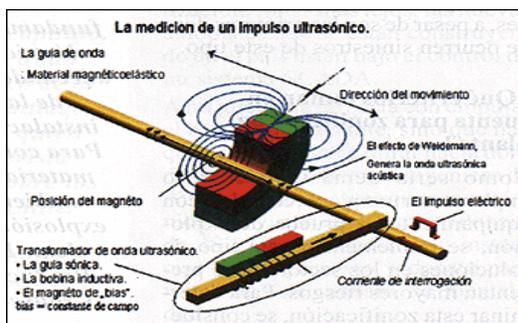


Figura 3. Principio magnetostrictivo.

Este principio elimina desgaste, y garantiza mejor durabilidad y repetitividad de la salida ya que permiten realizar la medida de distancia con contacto, pero sin rozamiento.

Los sensores de MTS, los inventores de la detección de posición magnetostrictiva y los fabricantes de los sensores de Temposonics, están orgullosos en introducir nuevos sensores GH de posición lineal que utilizan tecnología de siguiente generación, son sensores de posición que ofrecen un diseño por microprocesador con diagnóstico y programabilidad realizados para maximizar compatibilidad. La compatibilidad es una de las ventajas primarias de estos nuevos sensores de posición, proporcionan la misma funcionalidad que los sensores del Tempo II y de las Series- L, que los hacen un reemplazo ideal para estos productos. Además de proporcionar avanzada programación y capacidad de diagnóstico, también incluyen las características siguientes:

- ⇒ 24 V DC normal y entrada de suministro de poder compatibles con interfaces más viejas.
- ⇒ El voltaje totalmente ajustable y los rendimientos actuales dentro de:
 - -10V a +10 VDC Ó +10 A -10 VDC
 - 0 A 20 mA ó 20 a 0 mA
 - Todas las salidas de movimiento de longitud son disponible hasta 300 pulg.
 - Hasta 15 posiciones del magneto pueden ser usadas simultáneamente.

ESPECIFICACIONES

Parámetros	Especificaciones
Variable de medición	Desplazamiento
No Lineal	$\pm 0.02\%$ ó ± 0.05 mm (± 0.002 in) cualquiera es mayor
Repetibilidad	$\pm 0.001\%$ a movimiento completo ó ± 0.0001 in. (± 0.0025 mm), cualquiera es mayor
Resolución	0.004 in (0.1 mm)
Salidas	Análoga: Voltaje o Corriente Digital: Encendido/Apagado ó PWM
Rango de medición	Cilindro Hidráulico: Análogo: 50 a 2540 mm (2 a 100 in.) Digital: 50 a 7620 mm (2 a 300 in.) Perfil: Análogo: 50 a 2540 mm (2 a 100 in.) Digital: 50 a 5080 mm (2 a 200 in.)

	Para la prueba de ROPS: Digital: 0 – 914 mm
Voltaje de Operación	+ 24 VDC nominal (20.4 – 28.8 VDC estándar + 9 a + 28.8 VDC opcional)
Temperatura de operación	-40 a 80°C, (85°C max. **) -40 a 176°F, (185°F max. **)
Grado de vibración	5 g/10-2000 Hz/IEC estándar 68-2-6
Cabeza electrónica	Cubierta de aluminio
Sellado	IP 67
Barra sensora	304L acero inoxidable
Presión de operación	350 bar estático, 690 bar punta (5000 psi estático, 10,000 psi punta)
Montaje	Reborde roscado M18 UNF-3A de x 1.5 o 3/4-16
Esfuerzo de torsión típico del montaje:	45 nanómetro (33 pies - libras.)
Tipo de magneto	Anillo o imán flotante

El sensor de barra ofrece la construcción modular, configuraciones flexibles de montaje, y la instalación fácil. Se diseña para el montaje interno en aplicaciones donde existen alta condiciones de presión, (5000 psi continuas, 10.000 puntas psi), por ejemplo los cilindros hidráulicos. El modelo sensor puede también montar externamente en muchos aplicaciones

INSTALACIÓN EN EL CILINDRO

Cuando el sensor de alta presión se usa para cilindros hidráulicos, la barra de acero es instalada dentro de ½ pulgada. Asegurando que la cabeza de pistón/barra se ensamble como se ilustra (ver Figura 4).

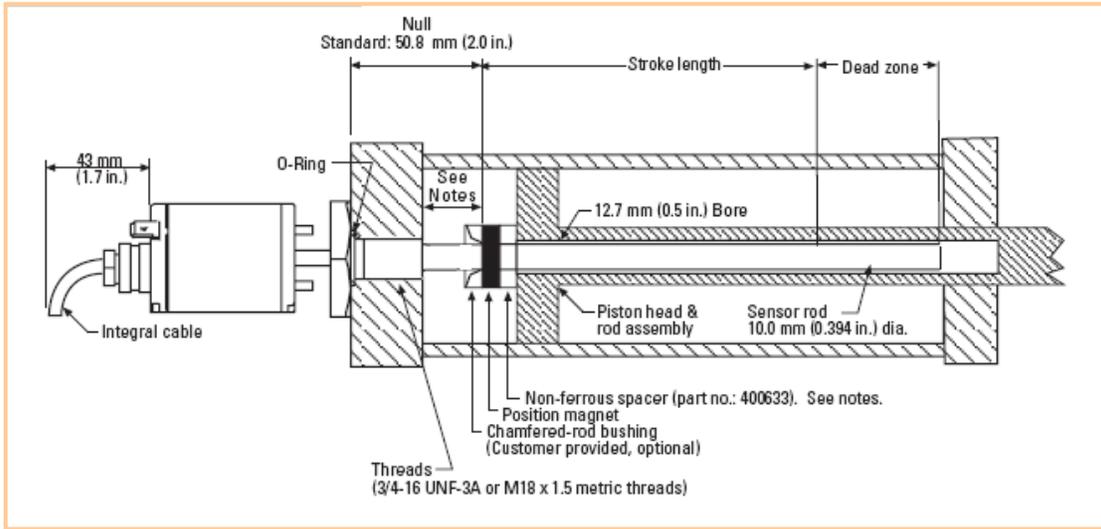


Figura 4. Instalación del sensor en el cilindro.

ANEXO 13. “I-TF” TRANSDUCTOR DE FUERZA

Transductor de fuerza de alta precisión, permite medir las fuerzas axiales de tensión o compresión ejercidas a una estructura por una fuerza exterior, su diseño permite montarla a cilindros hidráulicos los cuales mediante desplazamiento de su vástago ejercen fuerza a una superficie.



CARACTERÍSTICAS

La celda de carga es una de las principales opciones para pruebas de estructuras y de materiales.

Altura baja.

Error excéntrico máximo garantizado de carga y del momento.

Bajo arrastre.

Baja susceptibilidad de los campos magnéticos.

Compensación de presión barométrica.

Temperatura compensada.

Salida de 4 mV/V.

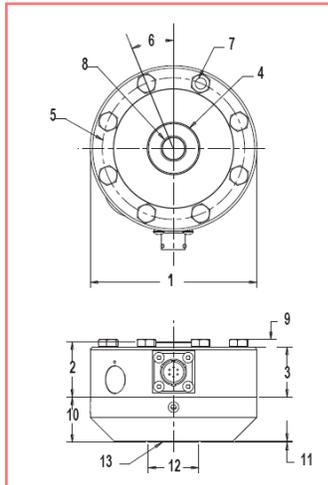
Conector de bayoneta.

ESPECIFICACIONES

Parámetros	Especificaciones
Modelo	SW20
Capacidad	50 Klbf (222400 N)
Exactitud	
Error estático % R.O.	± 0.05
No linealidad, % R.O.	± 0.05
Histéresis, % R.O.	± 0.05
No repetibilidad, % R.O.	± 0.01
Arrastre, % leyendo en 20 minutos	± 0.03
Sensibilidad excéntrica de la carga, %	± 0.25

/inch	
Sensibilidad lateral de la carga, %	± 0.25
Balance cero, % R.O.	± 1.0
Temperatura	
Rango, Compensado, °F	+15 a +115
Rango, Operando, °F	-65 a +200
Efectos sobre la sensibilidad, % Rdg/100°F	0.08
Efecto sobre cero. % R.O./100°F	0.15
Eléctrico	
Voltaje de excitación, Recomendado, VDC	10
Entrada de resistencia, Ohms	350 +40/-3.5
Salida de resistencia, Ohms	350 ±3.5
Sensitividad mV/V, Nominal	4
Resistencia del aislante, puente/caso, Meg Ohm	5000 @ 50 VDC
Mecánico	
Rango seguro de sobrecarga, % R.O.	150
Peso	9.1 lbs. (4 kg.)
Material	Acero

Dimensiones



No.	Dimensiones (pulgadas)
1.	6.06
2.	1.75
3.	1.63
4.	2.34 25K/2.58 50K
5.	5.13
6.	15 grados
7.	0.41
8.	1 ¼ - 12, 1.50 Dp.
9.	0.30
10.	1.75
11.	0.03
12.	2.25
13.	1 ¼ - 12, 1.50 Dp.

Mantenimiento

- Comprobar el apriete de la conexión al cilindro hidráulico.
- Limpiar la suciedad de la celda.
- Limpie el cable de conexión de la celda al sistema de adquisición de datos y verifique que no esté roto o doblado ningún pin.

Instrucciones de manejo

- Cuando coloque o quite la celda del cilindro hidráulico, debe tener cuidado de no golpearla, pues podría dañar su funcionamiento.
- Cuando mueva la celda asegúrese de sostenerla correctamente para evitar que se caiga.
- Evite golpear y mojar la celda.

Condiciones de almacenamiento

- Temperatura de almacenamiento de 0 a 46°C.
- Humedad de almacenamiento 95%.