

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN PARA ESTIMAR EL PESO DE
LA CAÑA EN EL PROCESO DE ALCE**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN PARA ESTIMAR EL PESO DE
LA CAÑA EN EL PROCESO DE ALCE**

ORLANDO HURTADO LOAIZA

Noviembre 21 de 2016

INTRODUCCION

El cultivo de caña de azúcar en los ingenios procesadores de caña de azúcar inicia con la preparación y adecuación del terreno, además de la selección de una buena semilla para ser sembrada en los lotes. Durante el período de crecimiento se deben hacer riegos, fertilizaciones, controles de malezas y aplicación de madurantes. Para poder cosechar la caña de azúcar, actividad que consiste en recolectar caña para ser procesada, se debe realizar pre cosecha tomando una muestra de caña de azúcar del sitio destinado, para esto se tiene en cuenta no solo la edad del cultivo, sino también su ubicación y la calidad de los jugos; con todos estos resultados se determina si es apta para la cosecha.

Teniendo en cuenta estos parámetros y la programación de molienda en fábrica se efectúa una programación de cosecha de la caña de azúcar propiamente dicha, implicando labores como: quema, corte, alce, transporte, pesaje.

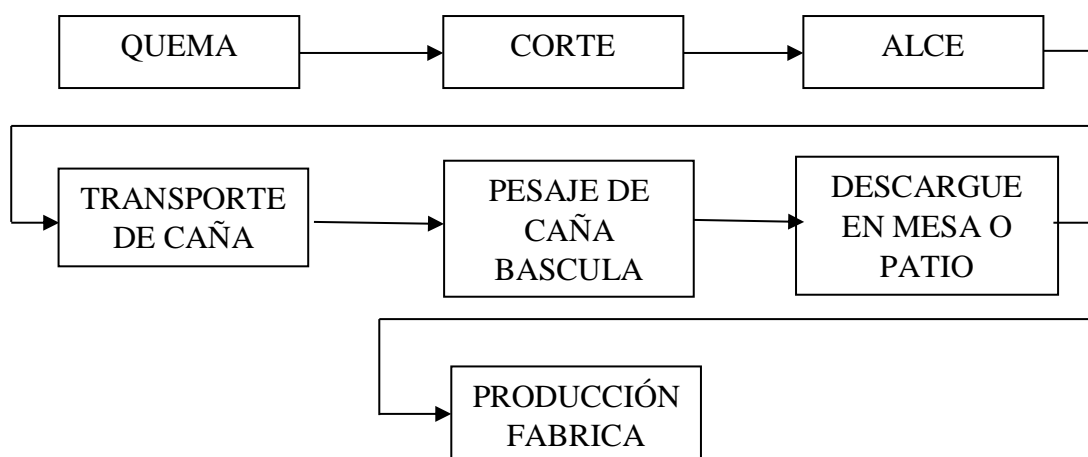


Figura No. 1 Diagrama de Flujo del Proceso

Desde hace varios años se ha venido buscando un sistema que permita registrar la cantidad de caña cortada, alzada y transportada y así realizar una correcta liquidación de pago al cortero quien es la persona encargada de cortar la caña de azúcar, operario de la máquina alzada de caña y al operario del equipo de transporte buscando ser equitativos a su labor desempeñada. Para lograr obtener mejores resultados, se han aplicado una serie de métodos que han sido llamados metros como tarifa única, kilogramos metros suerte, kilogramos metros vagón. En la actualidad se está haciendo uso del método denominado tajos por igual a los corteros, obteniendo resultados satisfactorios. (Cardenas, A. 1995)

En los estudios realizados para la búsqueda de alternativas en el mejoramiento de los procesos de apunte de caña y liquidación de pago para el cortero, buscando la equidad en los pagos y asegurando la calidad en estos métodos, se han encontrado dificultades que alteran la verdadera medida de la cantidad de caña cortada tales como: el número de ñadas apuntadas por tajo, que es por observación y conteo del apuntador, no hay forma de realizar un control posterior de la cantidad de caña depositada en los vagones.

Sucediendo lo mismo en la medida de los metros de tajo cortado; dificultad para definir con precisión la fracción de una ñada cuando se termina el tajo.

Con el fin de disminuir los errores antes mencionados, se plantea como solución la aplicación de un sistema que utiliza instrumentos hidráulicos y eléctricos.

Con este sistema se busca obtener el peso en el momento del alce, evitando que el operario de la alzadora levante más del peso permitido para la máquina y también conocer el peso de la caña depositada en cada uno de los carretes sin exceder su capacidad; ayudando esto con la conservación tanto de la alzadora como del equipo de transporte.

El objetivo principal de este trabajo de investigación es diseñar un sistema de medición para estimar el peso de la caña en el proceso del alce, para cumplir este objetivo se han propuesto los siguientes objetivos específicos.

- Caracterizar los equipos existentes para el alce de caña de azúcar, donde se busca identificar qué tipos de equipos existen para realizar alce de caña de azúcar, identificando componentes, operatividad.
- Realizar pruebas en campo de alce de caña buscando identificar las variables involucradas en el proceso, este proceso nos permitirá definir y encontrar aspectos que intervengan en la obtención del peso.
- Determinar el sistema de medición adecuado para obtener el peso de la caña alzada. Conocer posibles sistemas o instrumentos de medición que permitan determinar y estudiar su viabilidad.
- Realizar pruebas de laboratorio para determinar la validez del sistema.

1. COSECHA DE LA CAÑA DE AZUCAR

Quema: Se efectúa con el fin de brindar facilidad al cortero (persona encargada de cortar la caña) eliminando hojas y pelusa, mejorando el aprovechamiento de los equipos de alce y transporte, disminuyendo el contenido de materia extraña en la caña que entra a la fábrica. Las quemas de caña de azúcar se desarrollan respetando las normas legislativas que al respecto poseen los departamentos de la zona de influencia y utilizando como gran herramienta de trabajo las estaciones meteorológicas, las cuales suministran datos de comportamientos de los vientos durante todo el día, pudiendo así elegir la hora más propicia para realizar la quema sin causar molestias a las poblaciones vecinas.



Figura No. 2 Quema de caña de azúcar

Corte manual. Esta labor consta de las siguientes operaciones:

Localizar y despejar el tajo: Una vez entregado el tajo, que es una parte de la suerte asignado a cada cortero (encargado de cortar la caña), se corta y retira de éste las materias extrañas que faciliten con mayor libertad el manejo del machete durante la operación de corte.

Cortar tallos: Esta operación se realiza siempre a ras de suelo, con el fin de evitar ataques o pudriciones de la cepa y mejorar el crecimiento del próximo cultivo con más vigor y firmeza.

Enchorrar: Consiste en acomodar la caña en forma de esterilla entre los surcos que le sean indicados.

Marcar el tajo: A cada cortero y tajo previamente se le ha asignado un código numérico, el cual con el fin de dar identificación se escribe sobre dos cañas labradas, colocando estas al principio y final del tajo cortado por el cortero.



Figura No. 3 Disposición caña en campo luego de corte manual

Alce: Después del corte viene el alce que consiste en levantar la caña del piso y depositarla en vagones, equipo de transporte. Se realiza con ayuda de una máquina alzadora mecánico hidráulica que se ocupa de alzar la caña de azúcar y depositarla en los vagones o canastas, los cuales tienen una capacidad de carga promedio de 10, 12, 16, 20, 30 toneladas respectivamente. Todos estos movimientos son controlados por el operario desde la cabina de la alzadora por medio de dispositivos manuales conectados a válvulas de control de flujo. En la figura No. 4 se puede observar la máquina en mención al igual que el equipo de transporte de la caña.



Figura No. 4 Equipos de Alce y Transporte

Transporte: Para el traslado de las canastas y carretones cargados de caña al ingenio se utilizan tracto mulas y tractores, los cuales llevan la información acerca de la cantidad de ñadas depositadas en estos vagones y/o canastas, al igual que los códigos de los corteros, código suerte, líneas cortadas, fecha y hora de quema, fecha y hora de corte, código alzadora y operador, turno de trabajo, apuntador, tipo de transporte, código transporte y operador, información de patios (salida de patios, llegada a la suerte, salida de la suerte, llegada a patios.



Figura No. 6 Equipo de transporte de caña

Pesaje: Es la etapa final del proceso de cosecha de caña de azúcar donde se pesa la caña en las básculas. Con los datos entregados por el operario del equipo para transporte de la caña entre el lote y el Ingenio al encargado de báscula determina el peso real transportado.

En el momento del pesaje de la caña es donde se encuentra la diferencia entre lo real alzado y lo real transportado, ya que los equipos de transporte en su recorrido desde la suerte al ingenio recogen barro, piedras, elementos extraños, dejan residuos en la carretera, influyendo estos en el peso exacto de la caña.

Descargue: Consiste en descargar el equipo de transporte de caña en las mesas de descargue, para así mismo continuar el proceso de extracción del azúcar en la fábrica.

2. CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS PARA EL ALCE DE CAÑA DE AZUCAR

Dentro de los equipos existentes para el alce de caña de azúcar se emplea una máquina llamada alzadora de caña, la cual está dispuesta de un mecanismo estructural conformado por tubulares de diferentes perfiles metálicos, acoplados con pasadores y bujes permitiendo mediante desplazamientos de cilindros con accionamiento lineal generar movimientos que permiten levantar la caña cortada y acomodada previamente en el piso; luego de levantarla, se deposita la caña en el equipo para transporte, siendo estos transportados hacia la fábrica para su pesaje y proceso industrial.

Para el funcionamiento de la alzadora de caña se aplica el uso de principios hidráulicos en los movimientos de levante, extensión, sujeción, giro y desplazamiento.

El sistema hidráulico está compuesto por bombas rotativas, estas bombas hidráulicas reciben la rotación proveniente de un par de torsión generado por un motor de combustión interna, transformando esta energía rotativa en energía hidráulica.

Esta energía hidráulica es controlada mediante válvulas de paso, reguladores de flujo, reguladores de presión, reguladores de caudal, conduciendo esta energía (presión) hacia los cilindros de doble efecto instalados en las diferentes posiciones del mecanismo estructural.

La descripción de los diferentes cilindros y sus funciones son las siguientes:

Cilindro de levante: El cual permite levantar el mecanismo estructural completo de la alzadora desde su posición inicial hasta su posición máxima.

Cilindro de extensión: Este varía el ángulo de noventa grados formado entre el tubular superior y el tubular frontal hasta formar un ángulo de ciento ochenta grados entre estas dos partes, a su vez con este movimiento en el momento de alzar permite acomodar exactamente en la posición deseada la caña dentro del equipo de transporte.

Cilindros de uña o grab: En algunos diseños de alzadoras de caña se usan dos cilindros que permiten abrir o cerrar un mecanismo que ajusta la caña al momento de ser alzada del piso y depositada en el equipo de transporte.

Cilindros de giro: Se disponen dos cilindros instalados a un mecanismo en la parte inferior del tornamesa permitiendo girar ciento ochenta grados el mecanismo estructural con el fin de tener autonomía hacia los dos lados de la máquina.

Cilindros de dirección: Se dispone dos cilindros instalados en el eje trasero de la máquina y acoplados mediante una barra permiten dar dirección izquierda o derecha, logrando así dirigir la maquina hacia la ruta escogida.

Para la traslación de la maquina se utiliza un sistema hidrostático.

Utilizando estos cilindros descritos anteriormente se completa así un ciclo de operación; repitiendo estos ciclos se logra obtener una capacidad de carga de los equipos para transporte.

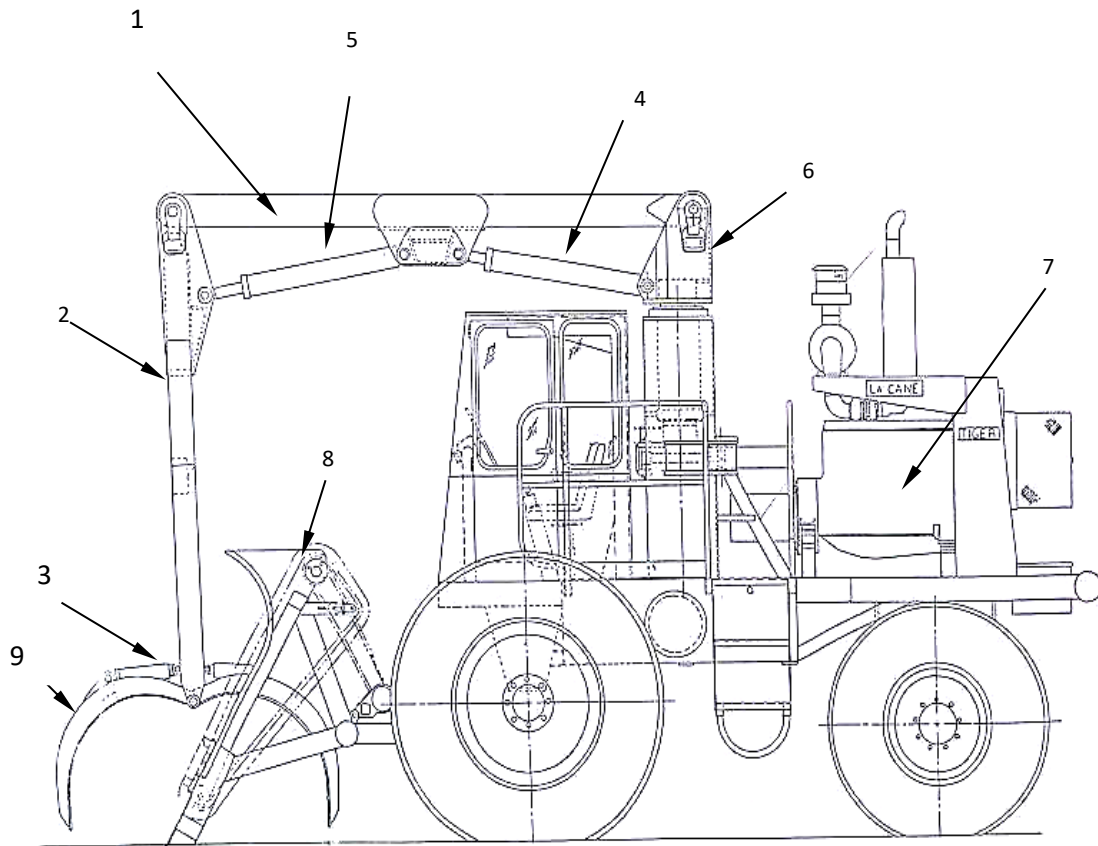


Figura No. 7 Partes Maquina Alce de Caña

No.	DESCRIPCION	No.	DESCRIPCION
1	Tubular Superior – Brazo Superior	5	Cilindro de Extensión
2	Tubular Frontal – Brazo Frontal	6	Tornamesa
3	Cilindros de Grab	7	Motor Diésel
4	Cilindro de levante	8	Apilador

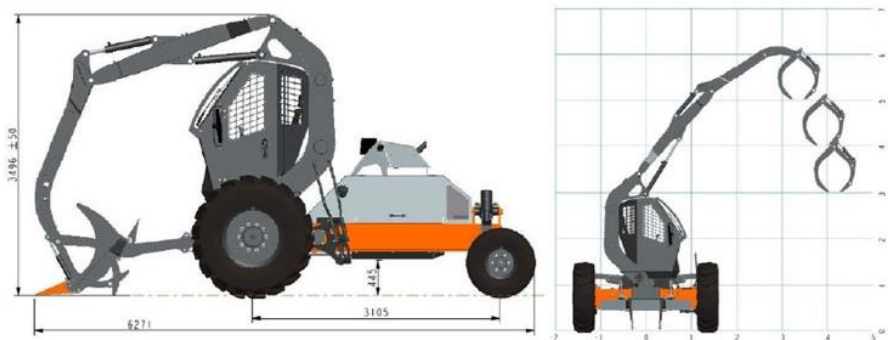
Hoy día las diferentes marcas de máquinas alzadoras de caña que se encuentran en el mercado son las siguientes:



Alzadora de caña marca JOHN DEERE modelos SP2254 y SP1850



Alzadora de caña marca GAME modelo 4700LX



Alzadora de caña marca MATRIACH modelo ULTECO5

3. PRUEBAS REALES PARA DEFINIR VARIABLES A MEDIR

Con el fin de definir las variables a medir debemos contextualizar los métodos o formas existentes usadas para obtener el peso de la caña cortada manualmente, siendo estos los siguientes:

Desde hace varios años se ha venido buscando un método que permita registrar la cantidad de caña cortada, alzada y transportada para así realizar una correcta liquidación de pago para el cortero que es la persona encargada de cortar la caña de azúcar, al operario de la máquina alzadora de caña y al operario del equipo de transporte buscando disminuir los reclamos del personal. Para lograr obtener mejores resultados, se han aplicado una serie de métodos que han sido llamados de la siguiente manera metros como tarifa única, kilogramos metros suerte, kilogramos metros vagón.

Además, en la cosecha de la caña de azúcar intervienen una serie de personas las cuales desarrollan tareas específicas, estas personas son:

Cortero: Persona encargada de cortar la caña de azúcar y acomodarla en las chorras.

Brechero: Persona encargada de abrir brechas o espacios cada 24 matas.

Cabo: Persona que trabaja con el contratista, encargada de la distribución equitativa de los tajos a cortar.

Supervisor: Persona que se encarga de la coordinación del corte de caña de azúcar.

Metros Como Tarifa Única: Este método consiste en medir en metros la chorra cortada, y darle una tarifa por metro de chorra cortada de caña, luego se multiplica el valor del metro de chorra por los metros cortados por determinado cortero teniendo así el valor a pagar. Con la práctica se concluyó que no era un sistema equitativo, ya que no se tenían en cuenta variables de la caña como: Variedades, Estado (caña caída, erecta, enraizada, etc.), Edad de corte.

Lo anterior generaba problemas para la administración del corte. Además, este método presenta dificultades de aplicación, por no contemplar la variable toneladas, que es el principio básico para el pago.

Kilogramos, Metros, Suerte: Consiste en determinar el número de kilogramos de caña cortada con base en el área de la suerte. Es un procedimiento que se realiza mediante los siguientes pasos:

En el sitio de corte de la caña se mide el tajo (área de caña sembrada perteneciente a la suerte, lista para cortar asignada a cada cortero) que corresponde a un cortero. En la figura 7 se puede observar la suerte con los tajos designados para cada cortero.

Luego de medir cada tajo, se suman todos para determinar el total de metros de la suerte (Hectáreas de caña sembrada en el campo compuesta por los tajos).

Posteriormente en la báscula se pesa la caña alzada en la suerte, allí se contabiliza el total de kilogramos de toda la suerte.

El total de kilogramos es repartido equitativamente (se divide) entre el total de metros de la suerte, con el objetivo de determinar un promedio por metro.

Para determinar la liquidación del cortero se realiza la siguiente operación:

Metros cortados en el tajo por el cortero * Promedio de kilos por metro = Total de kilogramos que cortados en el tajo por el cortero.

Las ventajas de este método respecto al anterior son:

El Alce (operación que consiste en levantar la caña del piso y depositarla en el equipo de transporte) por suerte, se puede realizar de forma continua, ya que no hay que recoger por tajos.

No se le cuentan las ñadas (Caña sujetada por la alzadora para levantarla) a cada cortero, solo se apuntan los vagones (Equipo de transporte) cargados en cada suerte.

Las desventajas de este método son:

Para la liquidación de cada cortero, se tendría que esperar a que la suerte fuera totalmente alzada, generando demoras en la entrega de tiquetes y aplazamiento por días cuando se encuentren suertes con malezas, inundaciones o inconvenientes de última hora.

Kilogramos, Metros, Vagón: Una persona se encarga de medir cada tajo, consigna los datos de la medición en la planilla de control de tajos. Luego de medir cada tajo se suman los metros de caña alzada y depositada en cada vagón. El total de la caña transportada desde la suerte hasta el Ingenio en cada vagón es pesado en báscula.

El promedio de cada vagón se obtiene así:

Total peso kilos vagón / Total metros del vagón

El siguiente es el método para la liquidación del cortero A

Metros de cada cortero * (Total de kilogramos que pesó el vagón / Total metros del vagón)

Las ventajas de este método son:

Se tiene en cuenta tanto variedad como estado de la caña, permitiendo realizar una mejor liquidación de cada tajo.

Facilidad en la labor de apunte de la caña.

Detección fácil de errores cometidos en la apuntada.

Mejor repartición del pago, ya que cada tajo será medido con precisión y técnica.

Tajos Por Igual A Los Corteros: Método actual en el cual se emplea el siguiente procedimiento:

El brechero (persona encargada de abrir espacios entre tajos) realizará las guías cada 24 matas para asegurar mayor exactitud en los tajos entregados a cada cortero. El cabo del contratista o el monitor de la empresa después de realizada las brechas procederá a repartir los tajos de acuerdo al número de metros autorizados por el supervisor, el cabo o monitor de la empresa deberán verificar con planos o mediante llamada al supervisor general la ubicación de la suerte.

El cabo o monitor de la empresa, registrará en la parte superior de la asignación de tajos, la fecha de corte, la fecha y hora de quema, el frente, nombre de hacienda, código hacienda, número de suerte, nombre y código de contratista, longitud del tajo, total de tajos y de corteros.

Se apunta el código del cortero, el número de línea del personal asignado y el número de tajos, teniendo en cuenta que una unidad de tajo consta de 6 matas y n metros, donde n será la cantidad de metros dada en la suerte.

El cabo o monitor entregará al cortero un desprendible, indicando la suerte, la línea y el número de metros asignados.

En la liquidación de la caña.

Se liquida semanalmente el total de kilos de caña entrada dividida entre el número de corteros de cada suerte. (Gildardo, F. 1995)

Para lograr definir un método confiable que registre el peso de la caña al momento del alce se realizaron diferentes ensayos y/o pruebas con la maquina existente partiendo del uso de elementos hidráulicos y eléctricos determinando así cuál de los sistemas de medición es el más apropiado, las cuales dieron como resultado lo siguiente.

3.1 SISTEMA DE MEDICION A PARTIR DE UNA CELDA DE CARGA HIDRÁULICA

La celda de carga hidráulica es una estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentra uno o varios sensores de deformación llamados Strain Gages que detectan los valores de deformación.

Este sistema de medición se acopla mediante una modificación al diseño estructural del antebrazo en la parte inferior, consistiendo en la instalación de dos celdas de carga, con las cuales se obtiene la diferencia de presión que se registra dentro de esta celda al momento de levantar el brazo y la ñada sujeta.

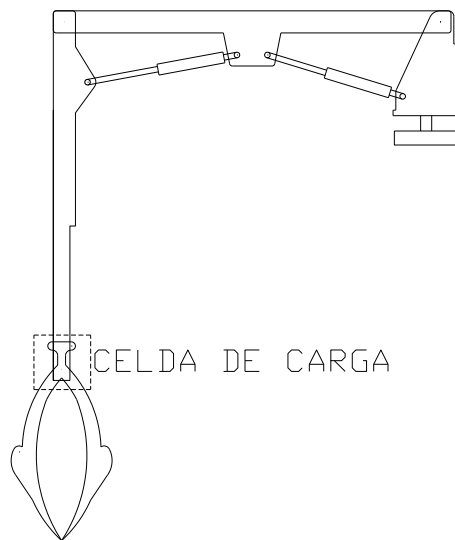


Figura No. 8 Partes Maquina Alce de Caña

Al realizar las pruebas se obtuvieron las siguientes ventajas y desventajas de este sistema, las cuales ayudaron a definir la viabilidad del sistema.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se obtiene el peso de la caña usando un manómetro	Poca funcionalidad
Sistema sencillo de instalar	El tiempo de ciclo de alzado se tendría que hacer muy lento, bajando esto la eficiencia de la maquina
Es un sistema que usa pocos instrumentos de medida	Las celdas son muy rígidas, solamente se deforman unos cuantos milésimos de pulgada bajo carga completa.
Un sistema de bajo costo	La uña pierde su posición ideal para el agarre de la caña, por lo cual se necesita una persona adicional ubicando el grab en posición, generando incremento de costos
No tiene influencia de variables modificadoras al sistema.	A raíz de la operación dada a la máquina, se observó que este sería un sistema que no resistiría el uso ya que se trabaja en un ambiente muy pesado
La influencia de los ángulos entre brazo/antebrazo y tornamesa/brazo superior se despreciarían	El sitio de instalación para las celdas de carga en la máquina implica realizar una modificación, la cual se estudió, debilitando la estructura
	Sistema que pierde calibración fácilmente.

3.2 SISTEMA DE MEDICIÓN UTILIZANDO UNA GALGA EXTESIOMETRICA

Una galga extensiométrica o extensómetro es un sensor, que mide la deformación, presión, carga, par, posición, etc. y se basa en el efecto piezorresistivo, que es la propiedad que tienen ciertos materiales de cambiar el valor nominal de su resistencia cuando se les somete a ciertos esfuerzos y se deforman en dirección de los ejes mecánicos. Un esfuerzo que deforma la galga producirá una variación en su resistencia eléctrica. Esta variación se produce por el cambio de longitud, el cambio originado en la sección o el cambio generado en la resistividad.

La celda para medir deformaciones por elongación es lo suficientemente corta para evitar la flexión transversal de la carga.

El sistema Strain gauge se adhiere a la superficie del antebrazo parte superior, en conjunto de adaptadores mecánicos obtiene la deformación de la parte estructural principal del antebrazo al momento de alzar la caña.

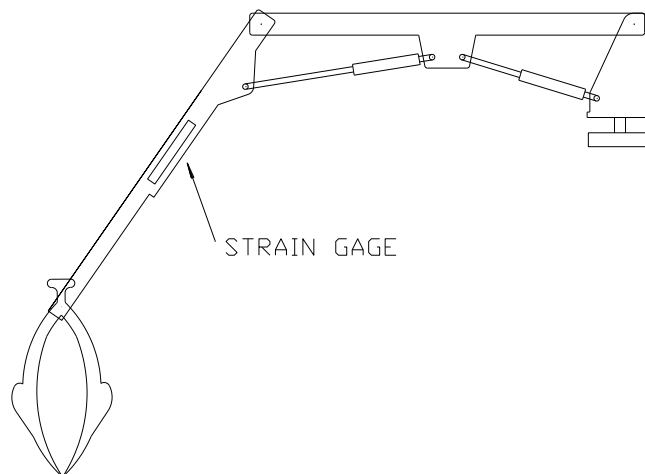


Figura No. 9 Ubicación Strain Gauge

Con la aplicación de esta alternativa para medir el peso según la deformación por elongación de las barras que sostienen la uña, se encontraron demasiados inconvenientes tanto en la instalación como en su funcionamiento.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sistema de bajo costo	Demasiada vibración de la parte estructural
Utiliza pocos instrumentos de medida	Los factores climáticos lluvia, sol, polvo, humedad, variaciones en la temperatura afecta directamente el sistema, alterando la señal
	Se tendrían que usar galgas extensiométrica en las diferentes superficies del antebrazo, con el fin de obtener las fuerzas en los diferentes ángulos.
	Se presenta error en la medida por la adherencia de material extraño, diferente a caña.
	Su calibración es muy poco confiable en esta aplicación. La toma de la medida se debe realizar en posición de ángulos alfa y beta en cero grados, ya que si se realiza en otra fase del movimiento ya no se mide elongación sino torsión.
	Se descalabraría fácilmente.

3.3.1. SISTEMA DE MEDICIÓN UTILIZANDO UN SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE

El sensor es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases, en este caso es un sensor de líquido (aceite hidráulico) el cual indica la variación de presión en el cilindro de levante instalado en mecanismo estructural de la alzadora.

La instalación de este manómetro es en serie directamente en la línea del cilindro de levante, en el punto de entrada de aceite hidráulico donde se obtiene el registro de la presión necesaria para levantar la caña y depositarla en el equipo de transporte.

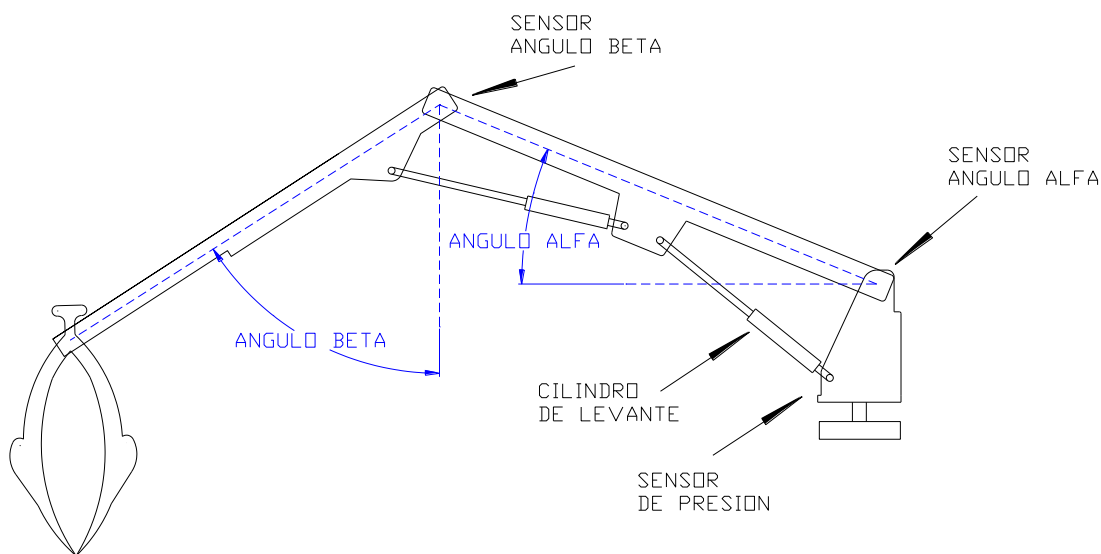


Figura No. 10 Ubicación Sensor de Presión

Con el fin de comprobar la viabilidad de este sistema en la obtención del peso alzado, se diseñaron dos pruebas aplicadas directamente sobre la alzadora de caña.

En estas pruebas se busca encontrar la relación entre presión y peso, además de las variables que intervengan o afecten directa o indirectamente en el registro de la presión.

Haciendo uso del sensor de presión n de esta alternativa para medir el peso según la deformación por elongación de las barras que sostienen la uña, se encontraron demasiados inconvenientes tanto en la instalación como en su funcionamiento.

VENTAJAS
Sistema de bajo costo
Utiliza pocos instrumentos de medida
Vibración parte estructural no afecta el buen funcionamiento del sensor
Los factores climáticos lluvia, sol, polvo, humedad, variaciones en la temperatura NO afectan directamente el sistema, ni alteran la señal
NO se presenta error en la medida por la adherencia de material extraño
Su calibración es confiable para esta aplicación. La toma de medida se puede tomar en cualquier fase del movimiento.
Fácil instalación

3.3.1 PRUEBA EN CAMPO DE COSECHA CON MÁQUINA ALZADORA DE CAÑA

En la realización de esta prueba se empleó una alzadora de caña, instalándole un sensor de presión con registro en caratula de 0 a 5000 psi, siendo conectado en la línea de entrada cilindro hidráulico de levante.

Se realizó calibración del sistema hidráulico donde el registro de la presión máxima es de 3000 psi.

Se dispuso de caña en campo suficiente al igual que equipo de transporte.

En los registros documentados se observa que la presión varia en la medida que incrementa la altura del mecanismo estructural respecto a piso y el equipo de transporte, por lo cual se hace necesario definir una posición estable de la señal de presión, instante en el cual se debe registrar la presión requerida para elevar la caña.

Para esto se define registrar durante seis (6) ocasiones la presión requerida para levantar diez y ocho (18) uñadas de caña, datos registrados en la Tabla 1.

Uñadas	EQUIPO DE TRANSPORTE											
	1		2		3		4		5		6	
	Psi	Kpa	Psi	Kpa	Psi	Kpa	Psi	Kpa	Psi	Kpa	Psi	Kpa
1	2000	13.790	2.200	15.168	1.800	12.411	2.000	13.790	2.000	13.790	2.000	13.790
2	2000	13.790	2.200	15.168	2.000	13.790	2.200	15.168	1.800	12.411	2.100	14.479
3	2200	15.168	2.000	13.790	1.800	12.411	2.200	15.168	2.000	13.790	2.100	14.479
4	2000	13.790	2.000	13.790	2.000	13.790	2.200	15.168	2.200	15.168	2.200	15.168
5	2000	13.790	1.900	13.100	2.000	13.790	2.200	15.168	2.200	15.168	2.000	13.790
6	2000	13.790	2.000	13.790	1.800	12.411	2.400	16.547	2.400	16.547	2.000	13.790
7	1600	11.032	2.200	15.168	2.000	13.790	2.400	16.547	2.200	15.168	2.200	15.168
8	2000	13.790	1.200	8.274	2.200	15.168	2.200	15.168	2.200	15.168	2.200	15.168
9	2400	16.547	2.000	13.790	1.900	13.100	1.600	11.032	2.200	15.168	2.600	17.926
10	2200	15.168	2.000	13.790	2.400	16.547	2.000	13.790	2.200	15.168	2.400	16.547
11	2000	13.790	2.000	13.790	2.400	16.547	2.400	16.547	2.200	15.168	2.500	17.237
12	2200	15.168	2.200	15.168	2.000	13.790	2.400	16.547	2.200	15.168	2.200	15.168
13	1800	12.411	2.000	13.790	2.400	16.547	2.200	15.168	1.200	8.274	2.000	13.790
14			2.400	16.547	2.200	15.168	2.200	15.168	1.800	12.411		-
15			2.000	13.790	2.200	15.168	2.000	13.790	2.200	15.168		-
16			2.200	15.168	2.200	15.168	2.200	15.168	2.200	15.168		-
17			2.000	13.790		-		-	2.000	13.790		-
18			2.200	15.168		-		-	2.200	15.168		-

Tabla 1 Registro de uñadas y presiones

Luego de registrar estas presiones alzando la caña y contando el número de ñadas depositadas en los seis carretones, se procede a transportarlos hasta la báscula y obtener el peso de cada vagón. Con este peso por carretón y el número de ñadas depositadas en cada uno, se obtiene el peso promedio de cada ñada.

El número total de ñadas depositadas en cada carretón, al igual que el peso en kilos de cada vagón se encuentra consignado en la tabla 2 (peso obtenido en báscula).

Equipo de transporte	1	2	3	4	5	6
Ñadas	13	18	16	16	18	13
Peso (Kilos) Bascula	11.460	11.870	12.370	11.970	12.157	11.373
Promedio Kilos / ñada	881.530	659.440	773.120	748.120	675.380	874.840

Tabla 2 Número y peso promedio de cada ñada de caña

Obteniendo el valor promedio de las presiones de la tabla 1 y el valor promedio del peso de cada ñada de la tabla 2 se genera un gráfico donde se observa el comportamiento entre presión y peso.

PRESION vs PESO

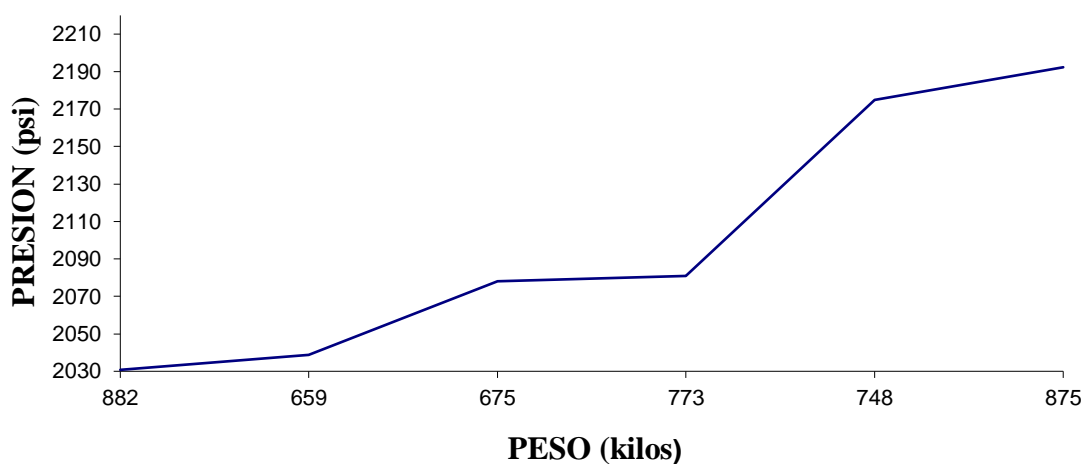


Figura No. 11 Relación presión vs. peso obtenido en la prueba de campo

Al finalizar la primera prueba se obtienen los siguientes resultados y/o conclusiones

La inercia del peso al ser levantado, ejerce una fuerza contraria al desplazamiento del cilindro de levante, ocasionando una compresión del aceite hidráulico que está entrando a este. Esto es debido al continuo avance y retroceso de la máquina, operación que se realiza para obtener un buen cargue en el carretón.

El operario de la alzadora al momento de ir a depositar la caña en el carretón, no la lleva hasta este, la operación la realiza dejando caer la caña desde cierta altura, con el fin de ganar tiempo en el ciclo de alce de caña.

Dentro de los aspectos de operación se encontraron:

Al momento de frenar no lo hacen progresivamente sino instantáneo.

Buscan acomodar la mayor cantidad de caña apilonando esta sobre el carretón, ocasionando un exceso de peso en el equipo de transporte.

En el momento de realizar la prueba se detectaron fugas en el sistema hidráulico, situación que en el momento no provocó variaciones en las medidas.

En el momento de levantar el brazo con la caña, y girar para descargarla dentro del carretón, la presión no varió.

Se registraron picos de presión altos en el momento de vencer el peso, por lo cual la presión se registra en una fase distinta al momento de vencer la inercia del peso.

Si la máquina presenta deterioro en sus válvulas de alivio y seguridad, esta tiene movimientos bruscos, que ocasionan contrapresiones sobre el cilindro de levante.

En la operación normal de la maquina se observó una variación muy pequeña del ángulo formado por el brazo y antebrazo el cual permanece constante aproximadamente de 90°.

3.3.2 PRUEBA EN TALLER CON MÁQUINA ALZADORA DE CAÑA

Al igual que las pruebas de campo en la realización de esta prueba se empleó la misma alzadora de caña, instalándole un sensor de presión con registro en caratula de 0 a 5000 psi, siendo conectado en la línea de entrada cilindro hidráulico de levante.

Se realizó calibración del sistema hidráulico donde el registro de la presión máxima es de 3000psi.

Se dispuso de diez (10) pesas calibradas de 50 kilos, las cuales se usaron progresivamente para hacer pruebas de carga con la alzadora.

El proceso de levante del brazo con las pesas se realizó elevando al máximo el brazo hasta identificar estabilidad de la presión en un punto intermedio del recorrido, esta presión se registra en el manómetro y se consigna en la tabla 3.

	Prueba 01		Prueba 02	
	PRESION		PRESION	
Peso (kg)	Psi	Kpa	Psi	Kpa
0	1150	7929	1200	8274
125	1290	8894	1300	8963
225	1650	11376	1600	11032
325	1830	12617	1800	12411
425	1900	13100	1900	13100
475	1900	13100	1900	13100
525	2010	13858	2000	13790
575	2010	13858	2000	13790
625	1930	13307	2000	13790
725	2000	13790	2100	14479
825	2180	15031	2200	15168
865	2190	15100	2200	15168
965	2200	15168	2200	15168
1065	2200	15168	2200	15168
1115	2100	14479	2200	15168

Tabla 3 Peso y presión usando pesas calibradas

Con los datos de presión y el peso alzado se genera un gráfico donde se ve el comportamiento de este proceso.

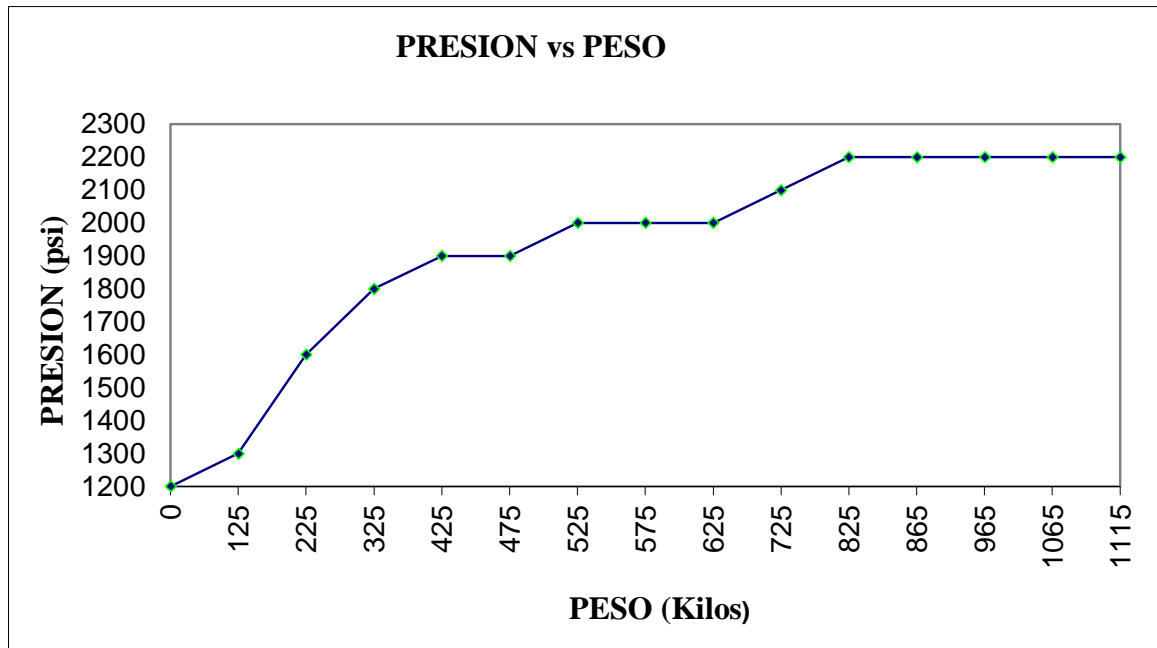


Figura No. 12 Relación presión vs. peso obtenido con pesas calibradas

Las siguientes conclusiones se obtienen al finalizar la segunda prueba:

En esta prueba se hicieron variaciones de ángulos y se manipulo el proceso de alzado de caña, con el fin de encontrar variables que puedan afectar la correcta obtención de la presión de levante.

Al realizar un movimiento normal de alce, la presión varió gradualmente hasta estabilizarse en 2200 psi en la fase más alta, elevando un peso de 825 kg.

Al realizar el movimiento de alce para 425 kilos, la presión cuando la uña está al frente de la cabina es de 1600 psi, luego cuando se gira el brazo y alcanza la posición de cargue al carretón, la presión se estabiliza en 1900 psi.

El ángulo entre el brazo y el antebrazo se varió, notándose que varían las presiones registradas para el mismo peso levantado.

A medida que se fue incrementando el peso sucedió lo mismo con la presión, lo cual se puede identificar en la figura No. 12

Al momento de elevar pesos por encima de 800 kilos no varía la presión, la cual llega a su valor máximo, ya que en este punto se activan las válvulas de seguridad de la bomba, que está reguladas para 2200 psi, lo que no permite el normal funcionamiento de la maquina al pasar de 800 kilos ocasionando una operación de levante más lenta cada vez que se aumenta el peso; situación que se puede evitar si se regulan las válvulas a un valor mayor de funcionamiento como es de 3000 psi

Al realizar el análisis de estos resultados de la primera y segunda prueba, se concluye que entre la presión y el peso se puede determinar una relación, la cual se debe buscar y analizar para definir un sistema de medición que permita estimar el peso de la caña al momento del alce.

4. PRUEBAS EN LABORATORIO VALIDANDO SISTEMA DE MEDICIÓN USANDO SENSOR DE PRESIÓN

Debido a que el sistema de medición utilizando un sensor de presión es el sistema más viable y con el fin de evitar interrupciones en el trabajo diario de alce de caña con una alzadora de caña y a su vez poder realizar pruebas controlando diferentes variables para así definir un sistema de medición que permita estimar el peso de la caña al momento del alce, se decide construir un modelo a escala del conjunto brazo, antebrazo, grab, tornamesa, cilindro de levante, cilindro de extensión, cilindros de grab, cilindros de giro basándose en las medidas y sistemas hidráulicos similares al de la maquina real

Con este modelo se simulará el ciclo de alce de caña, además se diseña y aplica un sistema hidráulico que permita adquirir la señal hidráulica del cilindro de levante para su posterior registro. (Ver Anexo 3 – Plano hidráulico instalado en modelo mecanismo estructural).

Para la construcción del mecanismo estructural a escala conformado por brazo, antebrazo, grab, tornamesa, cilindro de levante, cilindro de extensión, cilindros de grab, cilindros de giro, sistema hidráulico, se utilizan tubulares metálicos, soldadura, pintura, bancos de válvulas, válvula reguladora de flujo, sensores de presión con caratula de 0 a 1000psi y un banco de pruebas que cuenta con una bomba hidráulica para generar la energía hidráulica necesaria en este caso hasta una presión de 1500 psi.

4.1 Etapas de construcción del modelo

4.1.1 Mecanismo estructural del modelo

La primera etapa de construcción se define como la parte estructural compuesta por brazo, antebrazo, uñas, torre y soporte de cilindros de uña. Este se construye a una escala 1:7 en acero de diferentes presentaciones, como tubería de perfil cuadrado, platinas de diferentes formas, ejes y pasadores, para la unión de estas piezas se aplica soldadura con el fin de garantizar adherencia segura entre partes. (Ver Anexo 1 – Planos detalle partes modelo mecanismo estructural).

En la figura 13 se aprecian las partes del modelo de la alzadora de caña sobre la base metálica.

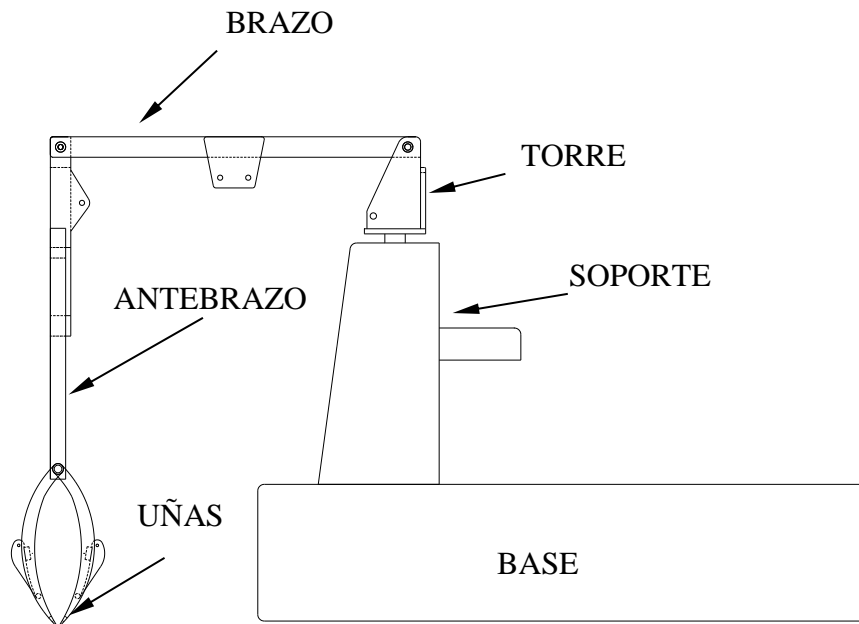


Figura No. 13 Modelo mecanismo estructural alzadora de caña

4.1.2 Grupo de cilindros

En la segunda etapa de construcción del modelo se usan diferentes cilindros hidráulicos para poder generar los movimientos de levante, extensión, giro, grab.

El material para la construcción de los cilindros está compuesto por camisas hidráulicas, aceros cromo duros en diferentes diámetros, soldadura especial, empaquetaduras fabricadas en polipropileno. (Ver Anexo 2 – Planos detalle partes cilindros hidráulicos mecanismo estructural).

4.1.3 Banco de válvulas

En los sistemas hidráulicos, la energía es transmitida a través de tubería flexible o mangueras entre la bomba y los cilindros hidráulicos. Para alcanzar los valores de presión en los cilindros hidráulicos (fuerza, velocidad y dirección del movimiento), es necesario instalar válvulas en las líneas de las mangueras para que actúen como unidades de control de la energía generada en la bomba del banco hidráulico sperry-vickers. Estas válvulas controlan o regulan la presión y el caudal necesario para generar los movimientos en el modelo ya sea de levante, extensión, giro o grab.

En este caso se controla el movimiento lineal de los cilindros hidráulicos mediante un banco de válvulas compuesto de cuatro cuerpos hidráulicos con características de 4 entradas por 3 vías accionada por palanca manual, centrada por resorte; normalmente abierta. Este banco de válvulas a su vez tiene su propia válvula de alivio que como su nombre le dice asegura que la presión de aceite sobrante retorne al depósito, para esta aplicación se regula a 250 psi.

Para la seguridad y control de flujo se instala en la entrada principal del circuito hidráulico una válvula reguladora de caudal modelo FC55 con retorno propio, bypass ajustable la cual maneja un rango de 1 a 10 galones por minuto (gpm), con esta válvula se asegura que el volumen de aceite entrando al sistema se controle y no ocasione daños por exceso de volumen en los sellos de los cilindros hidráulicos.

Además, se instaló una válvula cheque a la salida del banco de válvulas en la línea de retorno al depósito, para evitar una variación de sentido de flujo de la presión de aceite en el momento de operación del circuito.

4.1.4 Equipo para medir la presión hidráulica

Para obtener la presión hidráulica en el cilindro de levante es necesario la instalación de instrumentos de medida adecuados a esta aplicación tales como manómetro de presión con un rango de trabajo entre 0 a 1000 psi.

Luego de instalar todos los instrumentos de medida, mangueras, válvulas, cilindros hidráulicos, al modelo construido, este se conecta al banco hidráulico SPERRY – VYCKERS por medio de dos mangueras de presión y retorno respectivamente.

Para esta aplicación se regula el banco hidráulico sperry-vickers a presión máxima de trabajo de 250 psi; suministrando la energía hidráulica necesaria para el control de los movimientos en el modelo. En la figura 16 se puede apreciar la disposición final del modelo construido con sus diferentes accesorios.

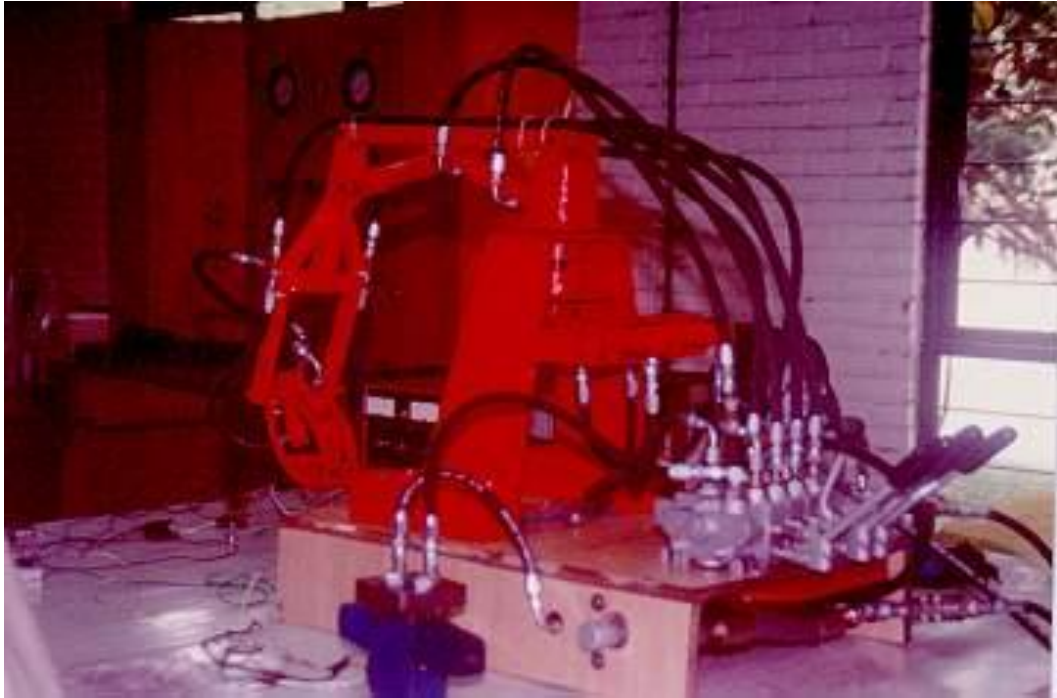


Figura No. 14 Modelo de alzadora construido con sus componentes

4.2 Verificación Funcionamiento Del Modelo

4.2.1 Primera Prueba en Laboratorio

Los pasos para esta prueba son los siguientes:

Utilizar el banco hidráulico sperry-vickers regulado a 250 psi, para generar la energía hidráulica necesaria al modelo

Utilizar el modelo construido con todos sus componentes.

Utilizar pesas calibradas de 1 kilo hasta 10 kilos

Esta primera prueba consiste en alzar uno a uno las pesas calibradas con el modelo y registrar la presión necesaria para este fin, en el momento de realizar esta operación se observa la variación de presión en el manómetro conectado en serie a la línea del cilindro de levante.

Esta operación se realiza sin variar el ángulo de noventa grados entre el brazo superior y el brazo inferior, se registra la estabilidad de presión en una fase del ciclo de alzado y se registran los datos en la tabla 4.

Peso (kg)	PRUEBA 01		PRUEBA 02	
	Presión		Presión	
	Psi	Kpa	Psi	Kpa
-	91	627	93	641
2	103	710	105	724
5	141	972	140	965
6	152	1.048	154	1.062
7	163	1.124	163	1.124
8	171	1.179	170	1.172
9	178	1.227	180	1.241
9.5	183	1.262	182	1.255
10	187	1.289	186	1.282

Tabla 4 Peso y presión usando pesas calibradas

Al igual que en las pruebas con la maquina real estos datos se grafican para así poder comparar los resultados obtenidos entre la maquina real y el modelo.

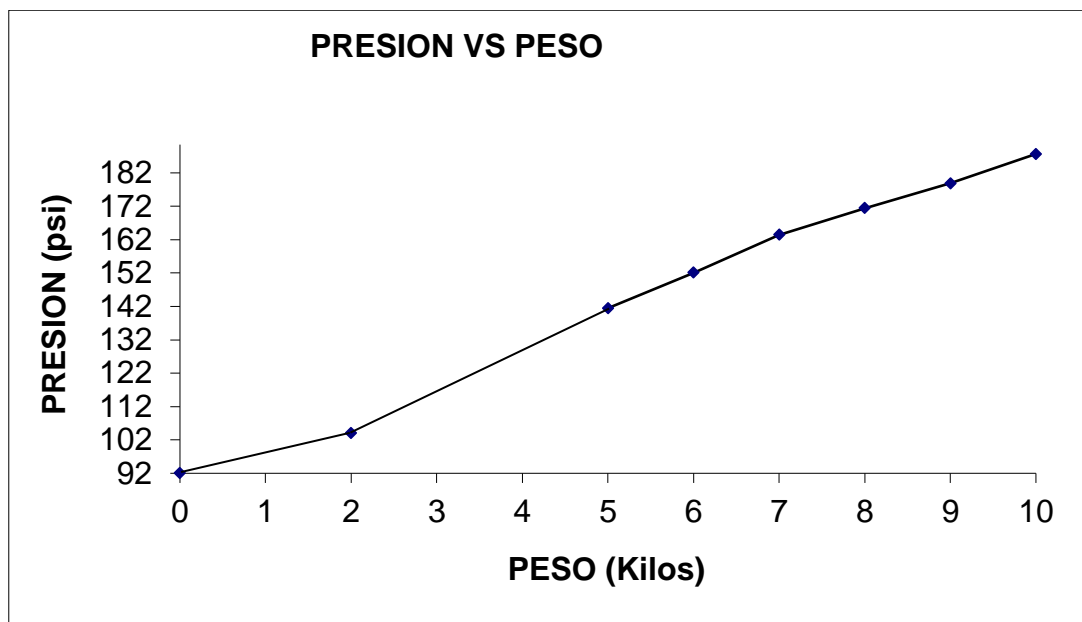


Figura No. 13 Relación presión vs. peso obtenido con pesas calibradas

Luego de realizar la primera prueba se concluye:

El comportamiento de los ciclos de alzado del prototipo construido y el de la alzadora real son similares.

Los movimientos generados de levante, extensión, giro y uñas son iguales, lo cual facilita el análisis, ya que se va a tener un modelo en el cual se pueden modelar las distintas variables a estudiar.

Se puede realizar las pruebas de igual manera que en la máquina real y en un ambiente controlado de laboratorio.

La relación entre presión y peso se observa que tiene comportamiento similar entre lo real y el modelo construido.

Se debe aumentar la estabilidad de presión en el cilindro de levante, ya que esta muestra variación por la aceleración.

4.2.2 Segunda Prueba en Laboratorio

Buscando la estabilidad de la presión, se instaló tanto en la línea de entrada como de salida del paquete de válvulas dos electro-válvulas hidráulicas con características de 4 entradas por 2 salidas con memoria, con el fin de dar estabilidad al sistema hidráulico en el momento de actuarlas, para así evitar descompensación de la presión en el cilindro de levante.

Los pasos para esta prueba son los siguientes:

Utilizar el banco hidráulico sperry-vickers regulado a 250 psi, para generar la energía hidráulica necesaria al modelo

Utilizar el modelo construido con todos sus componentes.

Utilizar pesas calibradas de 1 kilo hasta 10 kilos.

Instalar en serie a la línea de entrada y salida del circuito hidráulico dos electro-válvulas.

Instalar un potenciómetro al punto de articulación entre brazo superior y tornamesa, con el fin de enviar señal hacia las electro-válvulas en un punto definido del ciclo de alce, para esto se instala circuito eléctrico donde maneje la señal del potenciómetro y la señal de electro-válvula.

Para esta segunda prueba se aplica el mismo procedimiento de la prueba anterior con la diferencia que en esta se usaron dos electro-válvulas activadas por el potenciómetro ubicado en

la articulación entre brazo superior y tornamesa pasador del tornamesa y accionado por un pivote solidario al brazo superior.

Con este potenciómetro se busca accionar las electro-válvulas de entrada y salida del circuito hidráulico bloqueando la entrada y salida de presión hidráulica al sistema; con este procedimiento se da estabilidad y se elimina la variable aceleración al circuito hidráulico en el momento de registrar el valor de la presión generada dentro del cilindro de levante necesaria para levantar el peso. Los valores registrados en esta segunda prueba se encuentran en la tabla5

Peso (kg)	PRUEBA 01		PRUEBA 02	
	Presión		Presión	
	Psi	Kpa	Psi	Kpa
0	89	614	90	621
2	100	689	100	689
5	140	965	140	965
6	150	1.034	150	1.034
7	165	1.138	163	1.124
8	172	1.186	172	1.186
9	180	1.241	180	1.241
9.5	183	1.262	181	1.248
10	185	1.276	185	1.276

Tabla 5 Peso y presión usando pesas calibradas controlando la aceleración

Estos valores se grafican para así poder comparar los resultados obtenidos entre la maquina real y el modelo utilizando electro válvulas.

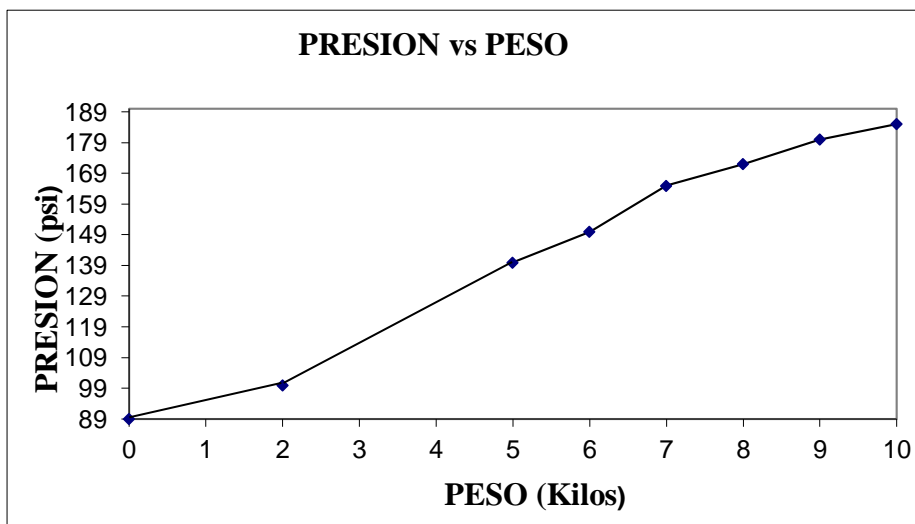


Figura No. 13 Relación presión vs. peso obtenido con pesas calibradas

El resultado de esta segunda prueba lleva a las siguientes conclusiones

Con la acción de las electro-válvulas se da mayor estabilidad al sistema en el momento de registrar la presión hidráulica necesaria para elevar el peso.

Con la variación del ángulo en el cilindro de extensión también varía el dato registrado de presión para el mismo peso, debido a la diferencia de momentos y fase en la cual se detiene el brazo, variable que también se debe tener en cuenta para la correcta obtención de la presión.

Con la utilización de las electro-válvulas se eliminó la influencia de la aceleración (gravedad), sobre el dato registrado de presión.

La presión registrada en el momento de parar es una presión de estanqueidad, la cual es más confiable que las otras registradas.

De esta manera se concluye que el sistema de medición adecuado para obtener el peso de la caña alzada es empleando sensor de presión en la línea del cilindro hidráulico de levante, controlando las variables de aceleración, angulación.

BIBLIOGRAFIA

GIRALDO, F. Cosecha, alce y transporte. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña de azúcar en zona azucarera de Colombia, Cali, 1995. P.357-362

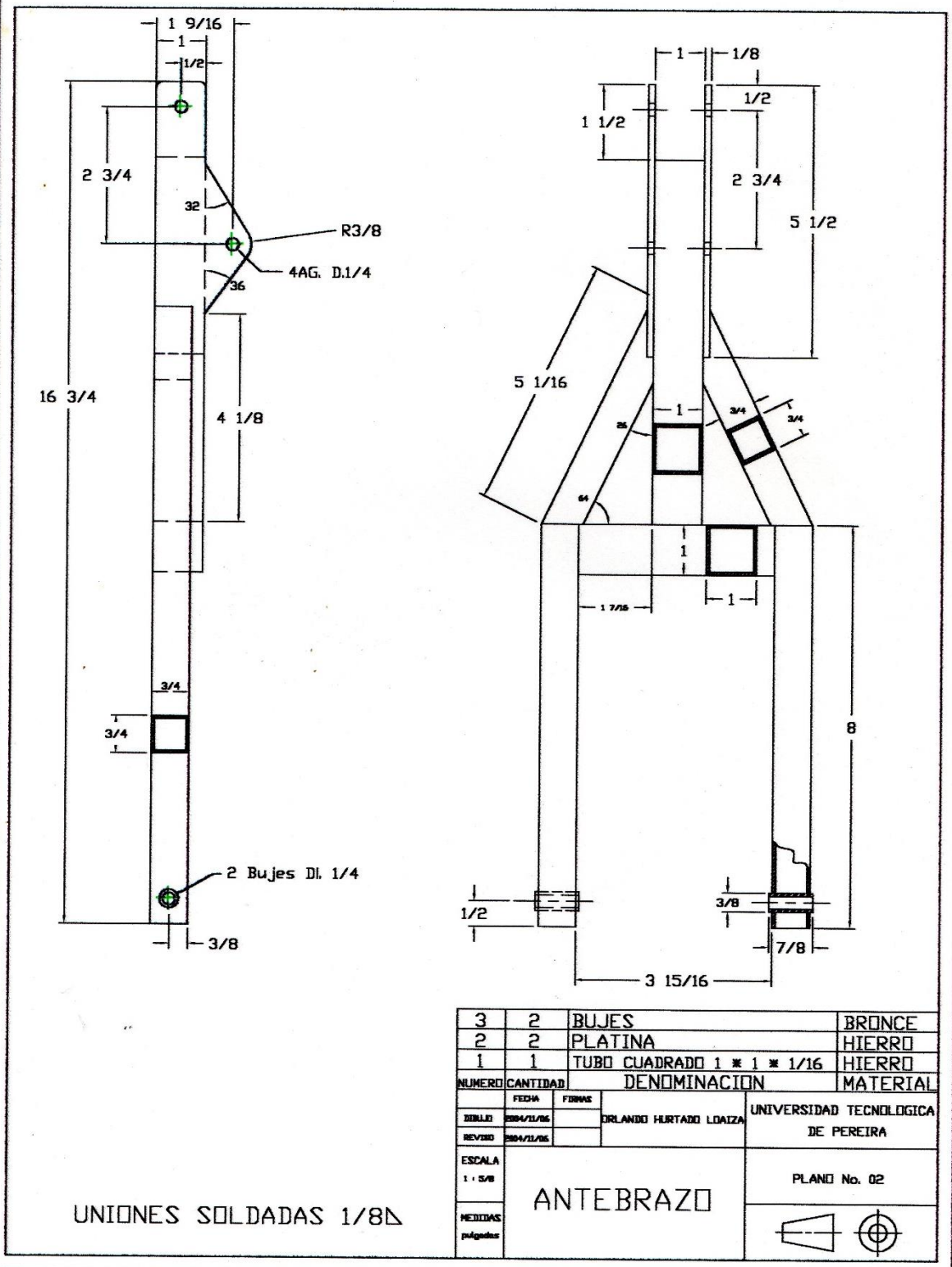
CÁRDENAS, A. 1995. El Proceso de Cosechar la Caña de Azúcar. Editorial Impregraf. Caracas, Venezuela.

VIVEROS, C. 1999. Corte Manual Verde Limpio de la Caña de Azúcar. Carta Trimestral 1999, n.-3. Cenicaña, Colombia.

RIPOLI, T. 2000. Energy Potencial of Sugar Cane Biomasa in Brazil. Scientia Agrícola Vol. 56, n.-4, Piracicaba, Brasil.

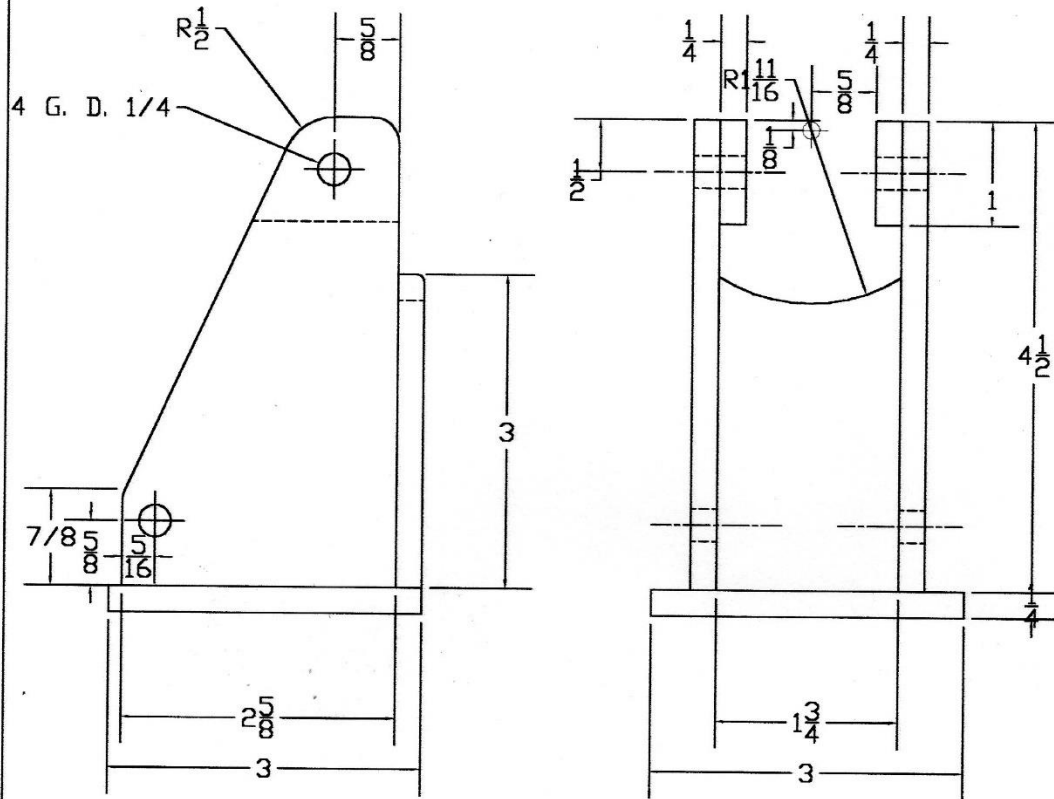
Cosecha, alce y transporte, Fernando Giraldo. Cenicaña. Colombia. 1995.

Logística de Cosecha: Evaluación de tiempos y movimientos. Indicadores y Control. Luis Guillermo Amú Caicedo. Tecnicaña. Colombia. •Impacto de la mecanización en los costos de producción y cosecha en verde (no quema) de caña de azúcar. FIRA. Dirección de Consultoría en Agro negocios. •La frescura de la caña de azúcar: Un caso de estudio en tres ingenios de México. Oscar L. Palacios-Vélez, Enrique Mejía-Sáenz, Luis Piñón Sosa, Hugo Sánchez-Hernández, México, 2011. •Una aproximación a la reducción de las pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda en el sector azucarero colombiano, Larra hondo A., J. E., y C. O. Briceño B. 2004. Cali. Cenicaña. Serie Procesos Industriales, N° 3. 22 p

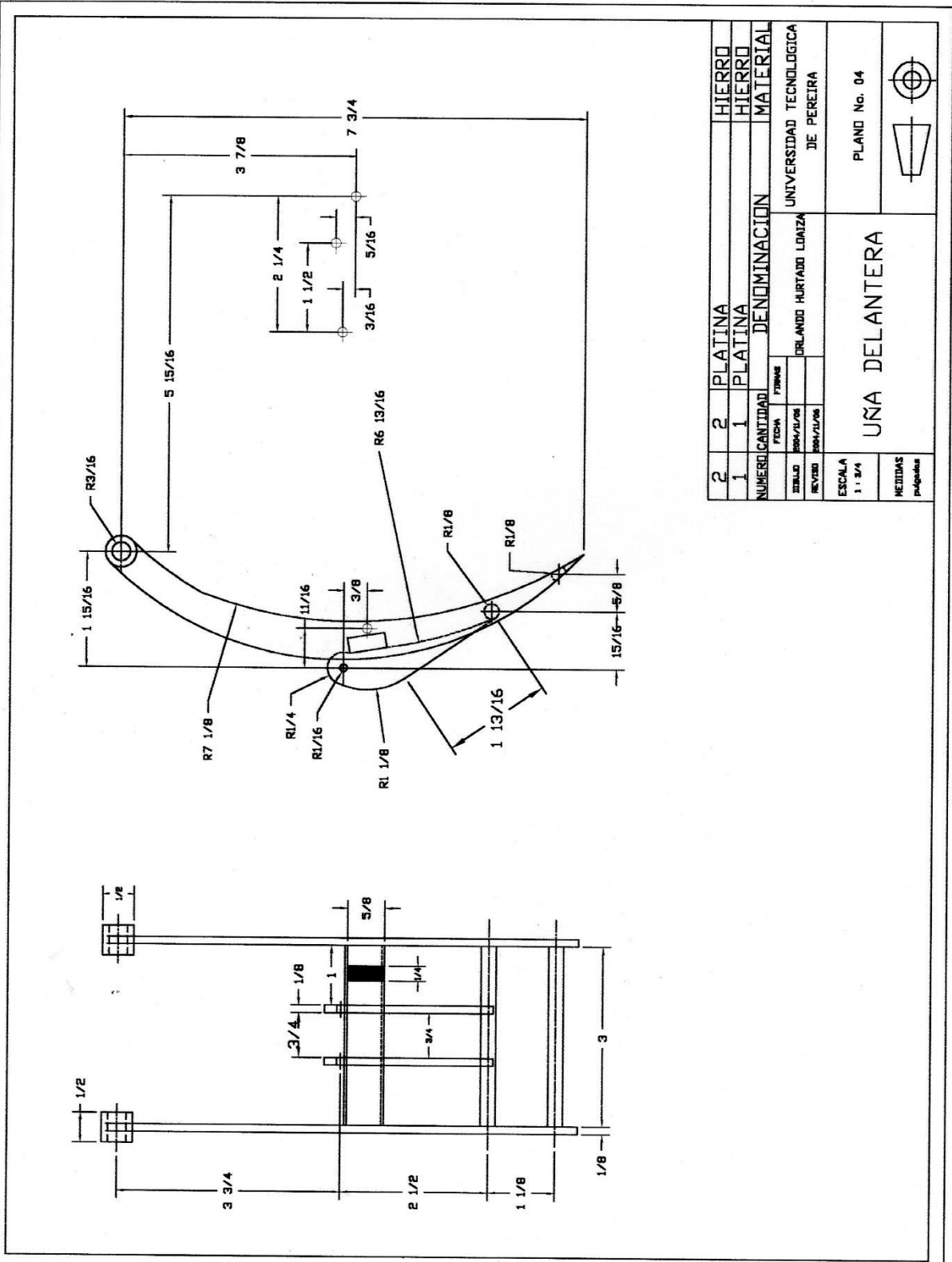


UNIONES SOLDADAS 1/8"

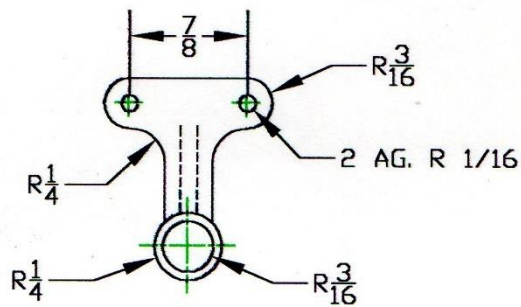
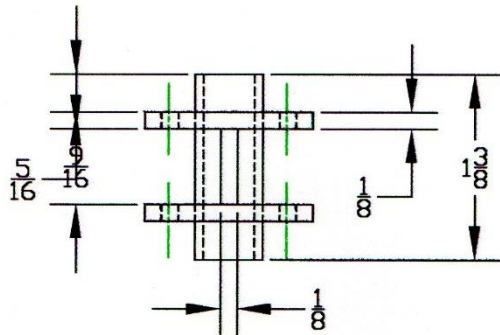
3	2	BUJES	BRONCE
2	2	PLATINA	HIERRO
1	1	TUBO CUADRADO 1 x 1 x 1/16	HIERRO
NUMERO	CANTIDAD	DENOMINACION	MATERIAL
REVISOR	FECHA	FIRMAS	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
REVISOR	FECHA	FIRMAS	
ESCALA	ANTEBRAZO		PLANO No. 02
MEDIDAS	pulgadas		



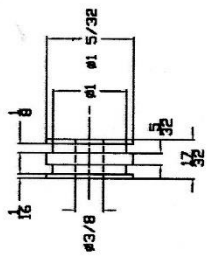
1	1	PLATINA		HIERRO
NUMERO	CANTIDAD	DENOMINACION		MATERIAL
	FECHA	FIRMAS	ORLANDO HURTADO LOAIZA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
DEBILLO	2004/11/06			
REVISO	2004/11/06			
ESCALA 1 : 3/4	TORRE			PLANO No. 03
MEDIDAS pulgadas				



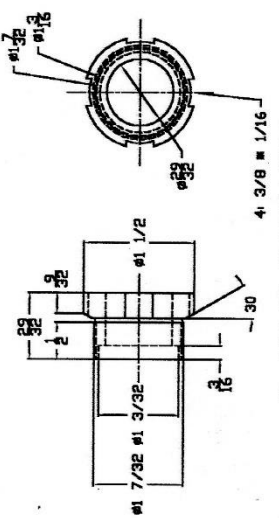
2	2	PLATINA	HIERRO
1	1	PLATINA	HIERRO
NUMERO/CANTIDAD		DENOMINACION	MATERIAL
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
REVISOR	REVISOR	REVISOR	REVISOR
ELABORADOR	ELABORADOR	ELABORADOR	ELABORADOR
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	
ESCALA 1 : 2/4		ESCALA 1 : 2/4	
MEDIDAS pulgadas		MEDIDAS pulgadas	
UNA DELANTERA		UNA DELANTERA	
PLANO No. 04		PLANO No. 04	



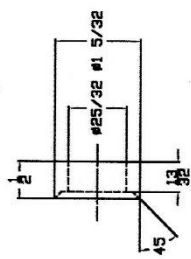
2	2	PLATINA	HIERRO
1	1	PLATINA	HIERRO
NUMERO	CANTIDAD	DENOMINACION	MATERIAL
	FECHA	FIRMAS	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
DEBLID	2004/11/06	ORLANDO HURTADO LOAIZA	
REVISI	2004/11/06		
ESCALA 1 : 1	SOPORTE CILINDROS UÑA		PLANO No. 06
MEDIDAS pulgadas			



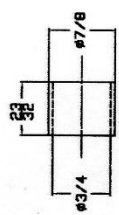
5. PISTON



8. BUJE RASPADOR



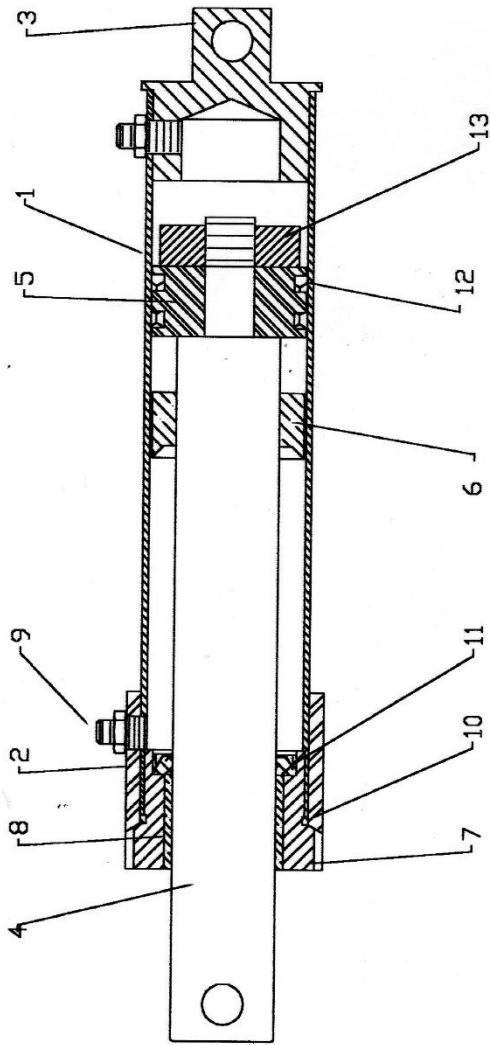
6. BUJE SEPARADOR



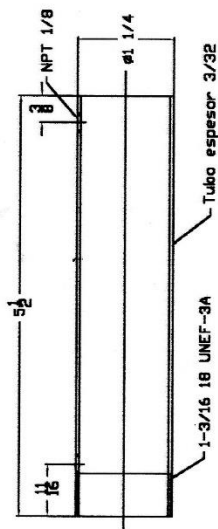
7. TAPA DE CIERRE

8	1	BUJE RASPADOR	BRONCE
7	1	TAPA DE CIERRE	ACERO
6	1	BUJE SEPARADOR	BRONCE
5	1	PISTON	ACERO
NUMEROCANTIDAD		DENOMINACION	
FECHA		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA	
DIBUJO		DRLANDO HURTADO LOATZA	
REVIZO		JIE PEREIRA	
ESCALA		PLANO No. 07 - 02	
1 : 1			
MEDIDAS			
pulgadas			

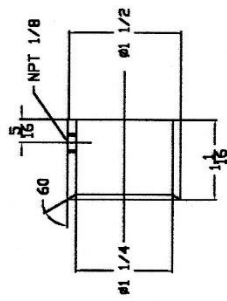
CILINDRO DE LEVANTE



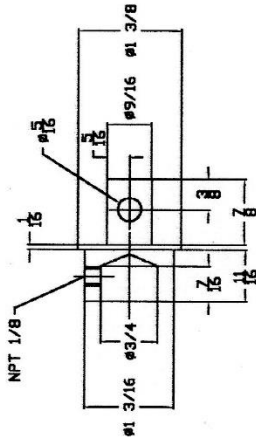
13	1	TUERCA 7/16 UNF 2B	ACERO
12	2	EMPAQUE	TEFLON
11	1	SELLO LABIO	CAUCHO
10	1	ORING	CAUCHO
9	2	RACORES NPT 1/8	BRONCE
8	1	BUJE RASPADOR	BRONCE
7	1	TAPA DE CIERRE	ACERO
6	1	BUJE SEPARADOR	BRONCE
5	1	PISTON	ACERO
4	1	VASTAGO	ACERO
3	1	TAPA DE FONDO	ACERO
2	1	ANILLO	ACERO
1	1	CILINDRO	ACERO
NUMERO	CANTIDAD	DENOMINACION	MATERIAL
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA			
PLANO No. 07 - 03			
ESCALA 1:1		CILINDRO DE LEVANTE	
MEDIDAS			



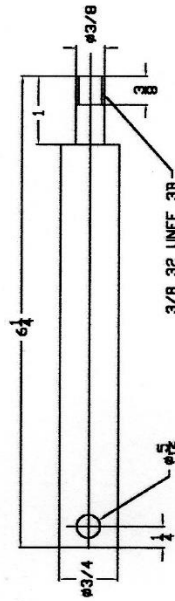
1. CILINDRO



2. ANILLO

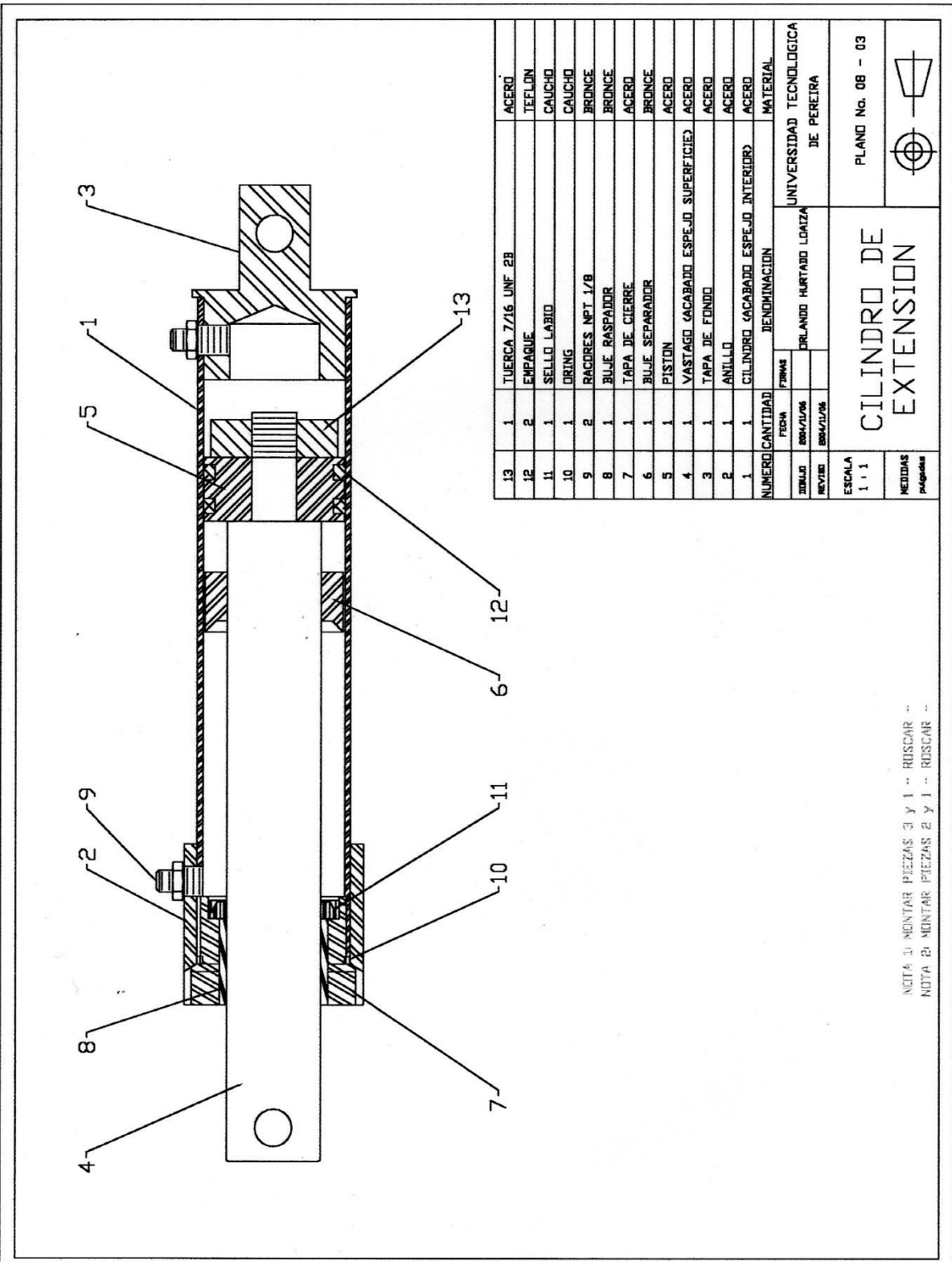


3. TAPA DE FONDO



4. VASTAGO

4	1	VASTAGO (ACABADO ESPEJO SUPERFICIE)	ACERO
3	1	TAPA DE FONDO	ACERO
2	1	ANILLO	ACERO
1	1	CILINDRO (ACABADO ESPEJO INTERIOR)	ACERO
NUMERO/CANTIDAD		DENOMINACION	MATERIAL
FECHA		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA	
DIBUJO		DE PEREIRA	
REVISO		DIBLANDO HURTADO LOAIZA	
ESCALA		CILINDRO DE EXTENSION	
1:1		PLANO No. 08 - 01	
MEDIDAS			
PÁGINAS			

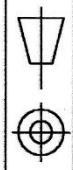


13	1	TUERCA 7/16 UNF 2B	ACERO
12	2	EMPAQUE	TELON
11	1	SELLO LABIO	CAUCHO
10	1	ORING	CAUCHO
9	2	RACORES NPT 1/8	BRONCE
8	1	BUJE RASPADOR	BRONCE
7	1	TAPA DE CIERRE	ACERO
6	1	BUJE SEPARADOR	BRONCE
5	1	PISTON	ACERO
4	1	VASTAGO ACABADO ESPEJO SUPERFICIE	ACERO
3	1	TAPA DE FONDO	ACERO
2	1	ANILLO	ACERO
1	1	CILINDRO ACABADO ESPEJO INTERIOR	ACERO

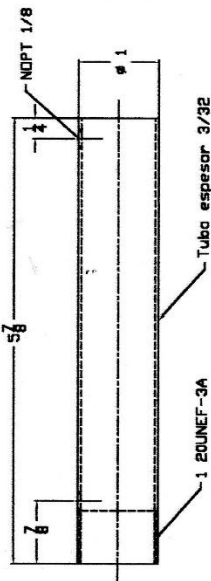
NUMERO		CANTIDAD	DENOMINACION		MATERIAL
FECHA					
DISEÑADOR		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA			
REVISOR		DIRLANDO HURTADO LOATZA			
ESCALA		1 : 1			
MEDIDAS		pulgadas			

CILINDRO DE EXTENSION

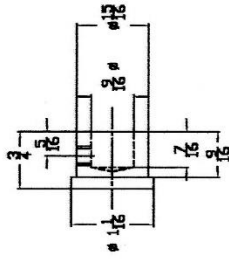
PLANO No. 08 - 03



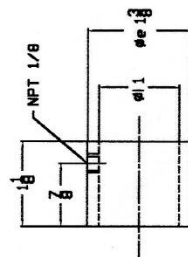
NOTA 1) MONTAR PIEZAS 3 Y 1 ... ROSCAR --
 NOTA 2) MONTAR PIEZAS 2 Y 1 ... ROSCAR --



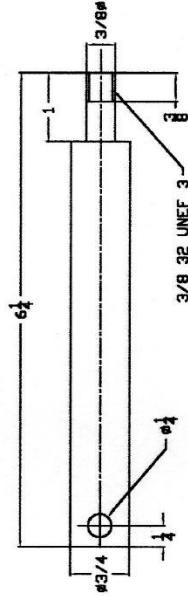
1. CILINDRO



3. TAPA DE FONDO

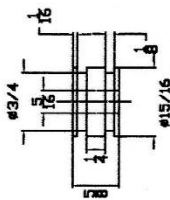


2. ANILLO

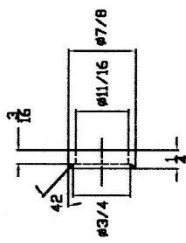


4. VASTAGO

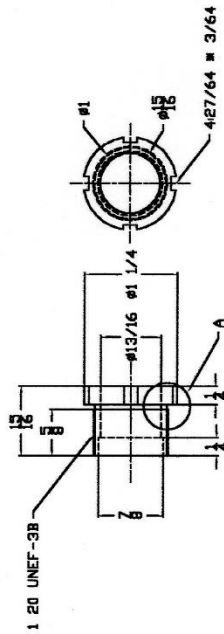
4	1	VASTAGO (ACABADO ESPEJO SUPERFICIE)	ACERO
3	1	TAPA DE FONDO	ACERO
2	1	ANILLO	ACERO
1	1	CILINDRO (ACABADO ESPEJO INTERIOR)	ACERO
NUMERO CANTIDAD		DENOMINACION	
FECHA		MATERIAL	
DIBUJO		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA	
REVISO		DE PEREIRA	
2004/12/06		DIBUJADO HURTADO LOAIZA	
2004/12/06			
ESCALA		CILINDRO GIRO	
1 : 1			
MEDIDAS		PLANO No. 09 - 01	
pulgadas			



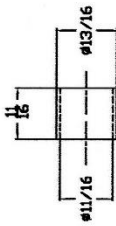
5. PISTON



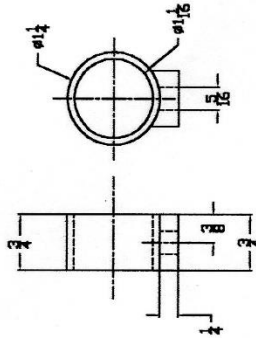
6. BUJE SEPARADOR



7. TAPA DE CIERRE



8. BUJE RASPADOR



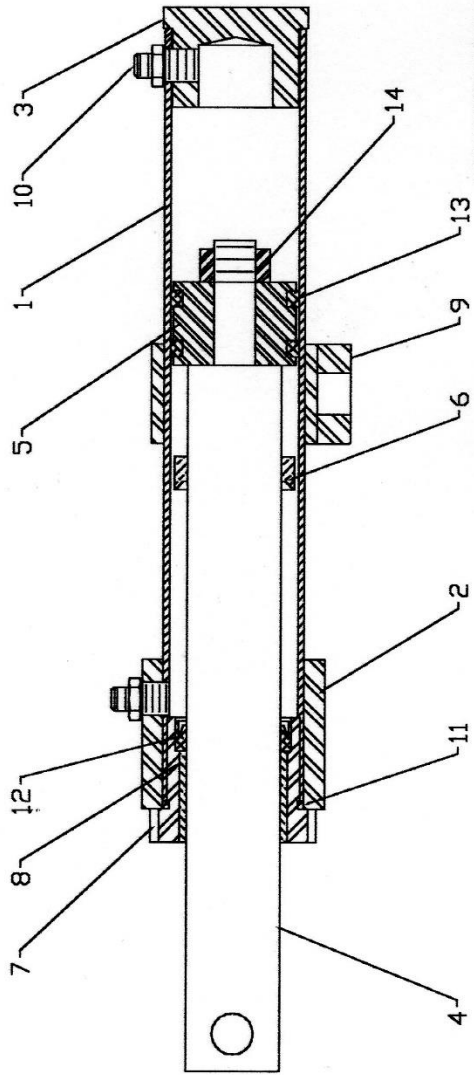
9. SOPORTE DE GIRO

NUMERO	CANTIDAD	DENOMINACION	MATERIAL
9	2	SOPORTE DE GIRO	ACERO
8	1	BUJE RASPADOR	BRONCE
7	1	TAPA DE CIERRE	ACERO
6	1	BUJE SEPARADOR	BRONCE
5	1	PISTON	ACERO

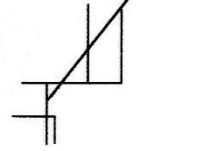
TITULO	FECHA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
806/12/06		
REVISO	806/12/06	

ESCALA	PLANO No. 09 - 02
1 : 1	

MEDIDAS	UNIDADES
	milímetros



DETALLE A



14	1	TUERCA 5/16 UNEF 32	ACERO
13	2	EMPAQUE	TEFLÓN
12	1	SELLO LABIO	CAUCHO
11	1	ORING	CAUCHO
10	2	RACORES NPT 1/8	BRONCE
9	2	SOPORTE DE GIRO	ACERO
8	1	BIJUE RASPADOR	BRONCE
7	1	TAPA DE CIERRE	ACERO
6	1	BIJUE SEPARADOR	BRONCE
5	1	PISTON	ACERO
4	1	VASTAGO (ACABADO ESPEJID SUPERFICIE)	ACERO
3	1	TAPA DE FONDO	ACERO
2	1	ANILLO	ACERO
1	1	CILINDRO (ACABADO ESPEJID INTERIOR)	ACERO
NUMERO		CANTIDAD	DENOMINACION
FECHA		MATERIAL	
REVISADO	REVISOR	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	
ESCALA		CILINDRO GIRO	
1 : 1		PLANO No. 09 - 09	
MEDIDAS			
pulgadas			

NOTA 1: MONTAR PIEZAS 3 Y 1 - ROSCAR -
 NOTA 2: MONTAR PIEZAS 2 Y 1 - ROSCAR -

ANEXO 3

Plano hidráulico instalado en modelo mecanismo estructural

