CAPITULO 2

Premisas Teóricas.

2.1 Principios teóricos sobre el suelo y su resistencia a la penetración.

Para la construcción este aparato con materiales de fácil adquisición en nuestro país y de forma que resulte económica, primeramente debemos tener en cuenta un grupo de aspectos teóricos importantes los cuales le mostraremos a continuación.

El Suelo es un medio no uniforme compuesto por tres fases dispersas muy relacionadas entre si, la Sólida, la Gaseosa y la Liquida. De las cuales dependen sus propiedades tecnológicas. La fase sólida esta compuesta de materiales minerales y orgánicos, los dos restantes son más conocidas, el Agua y el Aire. Considerado físicamente, un suelo agrícola es un sistema policomponente y polidisperso, una mezcla de minerales, materia orgánica, aire y agua. (Silveira 1987).

En publicación en INTERNET se refieren a que no hay dos suelos iguales. Cada uno tiene sus propias características físicas, químicas y biológicas. El de tu vecino no es igual que el tuyo. Se puede parecer mucho, pero seguro que hay variaciones. Por ejemplo, el contenido en nutrientes: si tú has fertilizado la tierra durante años, será más rica en humus y en nitrógeno que otra que nunca recibió esas aportaciones.

Aun dentro de tu jardín, sobre todo si es grande, habrá zonas diferenciadas. Por ejemplo, si está en pendiente, la zona baja será más profunda en cuanto a tierra fértil, ya que habrá recibido suelo erosionado de la zona superior y ahí crecerán más las plantas. Piensa que cuando se estudia el suelo de una parcela agrícola, se toman muestras de diferentes puntos y se analizan por separado: el suelo que

está junto a un arroyo no es el mismo que el de lo alto de un cerro porque su formación geológica es diferente. / / (www.infojardin.com)

El suelo procede de la interacción de dos mundos diferentes, la litosfera y la atmósfera, y biosfera. El suelo resulta de la descomposición de la roca madre, por factores climáticos y la acción de los seres vivos. Esto implica que el suelo tiene una fracción mineral y otra biológica. Es esta condición de compuesto organomineral lo que le permite ser el sustento de multitud de especies vegetales y animales.

La descomposición de la roca madre puede hacerse por disgregación, o factores físicos y mecánicos, o por alteración, o descomposición química. En este proceso se forman unos elementos muy pequeños que conforman el suelo, los coloides y los iones. Dependiendo del porcentaje de coloides e iones, y de su origen, el suelo tendrá unas determinadas características.

La descomposición de la materia orgánica aporta al suelo diferentes minerales y gases: amoniaco, nitratos, fosfatos, etc.; en su mayoría con un PH ácido. Estos son elementos esenciales para el metabolismo de los seres vivos y conforman la reserva trófica del suelo para las plantas, además de garantizar su estabilidad.

El suelo se clasifica según su textura: fina o gruesa, y por su estructura: floculada, agregada o dispersa, lo que define su porosidad que permite una mayor o menor circulación del agua, y por lo tanto la existencia de especies vegetales que necesitan concentraciones más o menos elevadas de agua o de gases. El suelo también se puede clasificar por sus características químicas, por su poder de absorción de coloides y por su grado de acidez (PH), que permite la existencia de una vegetación más o menos necesitada de ciertos compuestos. Esta vegetación puede ser acidófila, halófila, etc./ / (www.infojardin.com)
La resistencia a la penetración es la fuerza necesaria para introducir la punta hasta una profundidad determinada. Es por tanto una medida puntual y se utiliza

mucho en las investigaciones de laboreo de suelos e incluso en las construcciones para conocer la consistencia de una determinada capa del suelo. Se mide en unidades de presión kgf/cm^2 o en Kpa.

Realizando otras búsquedas al encontrar artículo en formato digital realizado por (Jorajuria 2002) nos describe que el promedio de las medidas de la resistencia a la penetración hechas con un fin determinado dentro de un rango prefijado de profundidades recibe el nombre de índice de cono (IC). Se expresa en unidades de presión que surgen de dividir el esfuerzo para introducir el cono en el suelo por la superficie de la base del cono usado. Por otro lado también es reconocido que el IC como único dato, no es suficiente como para definir las propiedades mecánicas del suelo. Los estudios hechos por Mc Kyes (1985), indican que el índice de cono refleja características combinadas de compresión y corte del suelo, y la contribución de estos factores no puede ser fácilmente diferenciada. **(Silvastrava)** Es decir que es en realidad un parámetro compuesto, que refleja corte, compresión, tensión y fricción suelo-metal, variando todos ellos con el porcentaje de humedad presente (hp) en el suelo. A medida que la humedad aumenta, que es lo que realmente refleja el IC se torna cada vez más difícil de saber. Por otro lado, la formación de capas compactadas que se adhieren al cono, cambia su geometría y por lo tanto las relaciones entre la resistencia a la penetración y las propiedades del suelo cambian. En el campo, donde la humedad, la densidad aparente, la resistencia al corte y la estructura muestran una alta variabilidad tanto vertical como horizontal, la interpretación de los datos de penetrometría, es aún más difícil. (www.unlu.edu.ar), 2002

Rugosidad del Cono.

En cuanto a la rugosidad del cono, Gill (1968), dijo que la premisa básica del uso del Penetrómetro, en cuanto a que no debe haber interacción entre la herramienta y el suelo, no se cumple en la práctica, debido a que comprobó que con conos de Teflón, los valores de resistencia a la penetración eran menores que con el cono clásico de acero inoxidable. Con el cono tradicional y ante la presencia de suelos

muy adhesivos se presentó la dificultad de la adherencia de terreno que alteraba la geometría del aparato. Estudios posteriores con diferentes lubricantes del cono, demostraron que se puede aumentar la sensibilidad de la medición, llegando a detectarse diferencias significativas en sistemas comparativos de labranza.

Fricción.

En cuanto a la fricción del suelo sobre el metal de la varilla, el trabajo de Barone & Faugno (1996), alertó sobre la magnitud de este aspecto en suelos de textura arenosa y sueltos contribuyendo la fricción con un 40% del valor de resistencia a la penetración registrada. En suelos cohesivos y compactados este efecto fue menor. Recomendaron entonces operar con un Penetrómetro con un transductor en la punta del cono, y paralelamente registrar humedad a cada profundidad evaluada. / / (www.unlu.edu.ar), 2002

2.2 Principios de la Hidráulica:

Propiedades fundamentales de los líquidos de gotas

En este Durómetro, en su sistema hidráulico el líquido esta en reposo dentro del cilindro, y la forma posible de tensión es mediante la compresión, es decir la presión hidrostática. Se deben tener en cuenta las dos propiedades siguientes de la presión hidrostática en los líquidos.

1- La presión hidrostática en la superficie exterior del líquido está siempre dirigida según la normal del exterior del volumen del líquido que se examina. Esta propiedad se desprende directamente de la definición de la presión, como presión de una fuerza comprimente normal. Por la superficie exterior del liquido conviene entender no solo la superficie de su separación con el medio exterior, sino también la de volúmenes elementales que mentalmente segregamos del volumen total del liquido.
2- La presión hidrostática en cualquier punto interior del líquido es igual en todas direcciones, es decir, la presión no depende del ángulo de inclinación de la superficie sobre la que actúa en un punto dado. (Nekrasov 1979).

(Bashta 1987). explica claramente el principio de los mandos hidráulicos volumétricos, basados en el alto modulo volumétrico de elasticidad (en la

incompresibilidad práctica) del liquido y en la ley de pascal, que al comprimir el liquido en un recipiente la presión actuará en cualquier punto del líquido y el recipiente con igual magnitud y en todas direcciones.

Los líquidos a gotas representan de por sí un cuerpo elástico que se subordina con cierta aproximación (para presiones de hasta 500-800 kgf/cm^2) a la ley de Hooke. La deformación elástica (compresibilidad) del líquido para los sistemas hidráulicos es un factor negativo. La temperatura también influye negativamente cuando es elevada. Los aceites minerales son menos comprimibles que los líquidos sintéticos (Bashta 1987).

La principal característica mecánica del líquido es su densidad.

Se le llama densidad (ρ) a la masa de liquido comprendida en la unidad de volumen (para liquido homogéneo).

$$\rho = \frac{M}{W}\left[kg / m^3\right]$$

donde: M es la masa del líquido en el volumen W.

La compresibilidad, o propiedad del líquido de cambiar su volumen bajo la acción de la presión, se caracteriza por el coeficiente de compresión volumétrica (β_p), que representa el cambio relativo del volumen que corresponde a la unidad de presión.

$$\beta_P = -\frac{1}{W_0} * \frac{\Delta W}{\Delta P}\left[m^2 / n\right] o \left[cm^2 / kgf\right]$$

Teniendo en cuenta: incremento de la presión $\Delta p = P - P_0$

: cambio de volumen $\Delta W = W - W_0$

Obtendremos: $W = W_0\left(1 - \beta_P \Delta P\right)$ ó teniendo en cuenta la formula del coeficiente de compresión volumétrica, tendremos que. $\rho = \dfrac{\rho_0}{1 - \beta_P \Delta P}$

Donde ρ y ρ_0 son la densidad de las presiones P y P_0.

La viscosidad es la propiedad del líquido de oponerse al desplazamiento o al resbalamiento de sus capas. Esta propiedad se manifiesta dentro del líquido, en condiciones determinadas, surgen tensiones tangenciales. La viscosidad es la propiedad inversa a la fluidez, los líquidos con mayor viscosidad son menos fluidos

que los de menor. Conforme a la hipótesis enunciada por primera vez por Newton en 1686, y más tarde demostrada experimentalmente por el profesor N. Petrov en 1883, la tensión tangencial en el líquido depende de la clase de este y de la clase de la corriente.

La magnitud inversa del coeficiente (β_p), es el modulo volumétrico de elasticidad (K). Expresado el volumen por medio de la densidad, y pasando de las diferencias limites a los diferenciales, en lugar de fórmula del coeficiente de compresión volumétrica, tendremos. $K = \dfrac{dp}{\rho d\left(\dfrac{1}{\rho}\right)} = \rho \dfrac{dp}{d\rho}$ ó $\dfrac{K}{\rho} = \dfrac{dp}{d\rho} = \alpha^2$

el modulo de elasticidad K para algunos líquidos es muy parecido. En la mayoría de los casos se puede considerar que los líquidos son **prácticamente incompresibles**, es decir, su densidad (ρ) no depende de la presión. Esto se considera para bajas presiones. (Nekrasov 1979).

2.3 Cilindros de fuerza.

(Bashta 1987) nos describe el cilindro de fuerza (cilindro hidráulico) como un motor hidráulico volumétrico cuyo órgano de trabajo (pistón o émbolo) ejerce movimiento de avance y retroceso rectilíneo respecto al cuerpo del cilindro. El diámetro del pistón (diámetro interior del cilindro) sin tener en cuenta las pérdidas por rozamiento y contrapresión se calcula por la expresión.

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi p}} \quad \text{[cm.]}$$

donde. $p = \dfrac{P}{f}$, es la presión del régimen del líquido en kgf/cm^2.

$P = pf$, el esfuerzo que desarrolla el cilindro en kgf.

$f = \dfrac{\pi D^2}{4}$, el área de trabajo del cilindro en cm^2.

el volumen del cilindro (Vc) se calcula de la siguiente forma.

$$Vc = fH = P\frac{H}{p} \text{ [cm}^3\text{]}$$

donde H es la carrera del pistón en cm.

El esfuerzo motriz P en el vástago del cilindro y la velocidad V de su desplazamiento, sin tener en cuenta las pérdidas por rozamiento, las magnitudes de contrapresión y de las fugas del liquido se determinan por la formula;

$$P = pf \text{ [kgf]}$$

Para los casos que se necesite tener en cuenta las pérdidas por rozamiento con solo agregarlas con valor negativo, se resolvería.

El sistema hidráulico de este aparato es sencillo, las presiones que se ejercen sobre él son bajas (Hasta 490.3325 Kpa aproximadamente), la temperatura de trabajo será la del medio ambiente.

Para la construcción de los cilindros según Bashta 1987. Las tolerancias son para diámetro nominal hasta 150 mm, la tolerancia para el diámetro del cilindro es de (-0.000mm) a (0.0025mm), la conicidad de (0.0127mm) y la ovalidad de (0.025mm)

Otros datos obtenidos a través de INTERNET refieren que, en los sistemas hidráulicos la energía es transmitida a través de tuberías. Esta energía es función del caudal y presión del líquido que circula en el sistema. El cilindro es el dispositivo mas comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica. La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales". En la figura 25, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto porque realiza ambas carreras por la acción del fluido. Las partes de trabajo

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

Calculo de la Fuerza de Empuje.

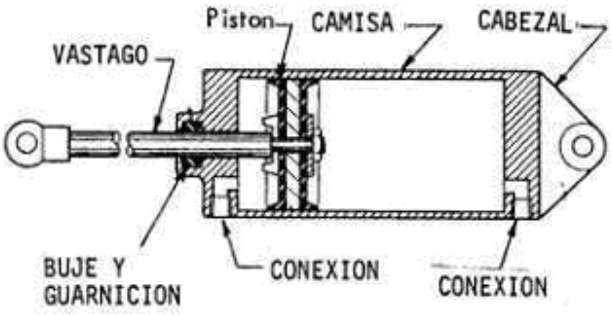

Fig. 24 Cilindro de fuerza.

Las figuras 24 A y 24 B son vistas en corte de un pistón y vástago trabajando dentro de la camisa de un cilindro. El fluido actuando sobre la cara anterior o posterior del pistón provoca el desplazamiento de este a largo de la camisa y transmite su movimiento hacia afuera a través del vástago. El desplazamiento hacia adelante y atrás del cilindro se llama "carrera". La carrera de empuje se observa en la, figura.24 A y la de tracción o retracción en la figura. 24 B.

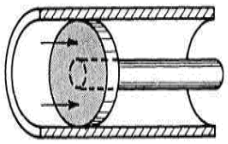

Fig. 24 A

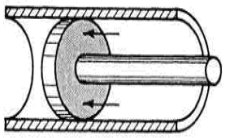

Fig. 24 B

Si nuestro manómetro indica en Kgf/cm^2, la regla para hallar la fuerza total de empuje de un determinado cilindro es: "El empuje es igual a la presión manométrica multiplicada por la superficie total del pistón", o:/ / (www.sapiensman.com)

$F\ (Kg.) = P\ (Kg./cm^2) \times f\ (cm^2)$

2.4 Empaquetaduras:

El principio de acción de los anillos de goma de sección redonda es análogo de los de sección rectangular. Estos anillos funcionan con seguridad durante largo tiempo a presiones de hasta 34323.28 Kpa. Al preservar los anillos de que se extraigan al huelgo esta empaquetadura se utiliza a presiones de 98066.5 y a veces hasta 490332.5 Kpa. La compresión (tensión) preliminar de estos anillos puede ser mas alta que la de los anillos de sección rectangular conservándose la misma fuerza de rozamiento. Puesto que la materia del anillo redondo llega a los bordes de la ranura en estado tensado, se extrae al huelgo en cantidad considerable menor y a presión mas alta que en el anillo rectangular. Además, los anillos de sección redonda admiten, en comparación con los rectangulares, mayor imprecisión en la fabricación de las superficies a empaquetar. Los anillos de sección redonda se utilizan tanto en las uniones inmóviles, como las móviles. Para disponer los anillos se utilizan principalmente ranuras rectangulares y angulares. Puesta que la goma es, prácticamente, incompresible, el volumen de la ranura ha de ser mayor que el del anillo en la magnitud de aumento posible del último en la explotación. En la práctica, las ranuras para los anillos se suelen construir previendo el hinchamiento posible de los anillos en él líquido de trabajo en los límites de un 15%. Las dimensiones del anillo para la ranura se eligen de modo que al montarlo en ésta (compresión cero) se conserve el huelgo lateral (de 0.2-0.25 mm). Las ranuras se hacen según sean las condiciones de empleo, bien en el pistón, bien en la superficie del cilindro. Para que durante el montaje el anillo se comprima preliminarmente en una magnitud requerida el diámetro (d) de su sección transversal en estado libre y la profundidad (b) de la ranura se elige tal que el anillo puesto en la ranura entre las superficies a empaquetar del pistón y del

cilindro sea comprimido por la sección transversal en la magnitud k = d – b. en la práctica se emplea la de montaje de la sección del anillo en dirección radial;

$w = \frac{d-b}{d} 100\%$ en el caso de las uniones móviles w = 9 -13%. (Bashta 1987).

2.5 Medida de fuerzas.

Para comparar distintas fuerzas hay que medirlas, es decir, referirlas a una unidad común e invariable. No todas las fuerzas que se aplican a un cuerpo pueden ponerse en movimiento; cuando una fuerza se pone en movimiento el cuerpo a que esta aplicada, origina una tracción o una presión que puede ser fácilmente evaluada por comparación con una fuerza conocida, tomada por unidad.(Moulan 1949).

Las fuerzas pueden medirse por dos procedimientos, por medio de instrumentos, el otro es el cálculo. (Moulan 1949) describe los dinamómetros comunes y precisos de la época, que casi todos los aparatos se fundan en idéntico principio. La deformación sufrida por una lamina de acero templado, que forma resorte, es la misma para dos fuerzas iguales; además, puede hacerse que dicha deformación sea proporcional a las fuerzas que la determinan, tomando una lamina de forma y disposición convenientes. Los dinamómetros que menciona son: la balanza de resorte curvo, la de resorte helicoidal o dinamómetro de Leroy, dinamómetros registradores, dinamómetro de Poncelet y el de Regnier.

En nuestro caso utilizaremos un instrumento llamado durómetro o penetrómetro para determinar la resistencia a la penetración de los suelos. El dinamómetro hidráulico es el elemento que se le acoplara a nuestro equipo, indicándonos la lectura correspondiente, este dinamómetro se puede adquirir en el mercado, a precios a las posibilidades económicas actuales.

2.6 Cálculos de resistencia de materiales

Como nos describen (Miroliubov 1981 y Stiopin 1985). El cambio súbito de una forma de equilibrio a otra constituye también un síntoma de pérdida de la estabilidad, veamos el caso de un elemento fino, sometido a la acción de una

fuerza de compresión que actúa a lo largo de su eje. Este elemento mantiene su forma rectilínea mientras la fuerza sea inferior a cierto valor (Valor crítico) que depende del material, de las dimensiones y las condiciones de fijación del elemento. Al alcázar su valor critico, simultáneamente a la forma rectilínea de equilibrio, resulta posible otra curvilínea, de mayor peligro para el elemento. La pérdida de la estabilidad puede ocurrir para valores de la carga, no peligrosos desde el punto de vista de la resistencia o rigidez del elemento. La esbeltez es una magnitud adimensional (λ), obtendremos el dominio de las fórmula de Euler en la forma siguiente.

Calculo de la esbeltez límite del material

$$\lambda_{\lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 * E}{\sigma_p}} ..$$

σ_p - limite de proporcionalidad del material

$$\lambda_{elem} = \frac{\mu * l}{i_{\min}} \qquad i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} \qquad I_{\min} = \frac{\pi * d^4}{64} \qquad A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$\lambda_{\lim} = \sqrt{\frac{d^2}{16}}$$

Calculo de las fuerzas críticas (Yasinky)

$$\sigma_{crit} = a - b * \lambda$$

Pandeo

$$[P] = \varphi * [\sigma_c] * F$$

Nosotros para las dimensiones de nuestro aparato utilizamos las normalizadas por la ASAE S313.3 1999.

2.7 Medición de la dureza del suelo a la penetración.

El cálculo de la dureza del suelo se realizara por la expresión:

$$D = \frac{P * F}{A} * K \quad \text{(kpa)}$$

donde:

P – media aritmética de las lecturas por capas de suelo (Kg.).

D – dureza del suelo (kpa).

A – área del cono seleccionada (cm^2).

F – factor de corrección del instrumento.

K – factor de conversión

CAPITULO 3

Programa y Metodología de la Investigación.

3.1 Descripción del aparato y su construcción

El Penetrómetro que se muestra en este trabajo, lo conforman un cilindro hidráulico y un pistón, con un dinamómetro de (2.5 kg/cm^2) en su parte superior, agarraderas laterales para que el operador empuñe y penetre el suelo en forma vertical, varilla de largo 40 cm, que tiene un cono en su punta de dimensiones de 3.2 cm^2 para suelos sueltos, en los casos de suelos duros utilizar cono de 1.3 cm^2 , ambos con el Angulo 30^0 (según las normas de la ASAE), el cual es el que penetra en el suelo, para los casos de realizar mediciones a mas de 40 cm se le puede acoplar otra varilla de mayor longitud, a la varilla se le confecciona una escala de cm en cm para conocer la profundidad que se penetró. La presión necesaria para vencer la resistencia del suelo a la penetración por el cono se transmite a través de la varilla al pistón, por el líquido y se mide por el dinamómetro hidráulico.

Para este trabajo se utilizo un cilindro hidráulico de 1000 kg que se utilizaba para abrir y serrar las puertas de un vagón de transportar azúcar (el cual se había desechado por presentar desgaste, ralladuras y fugas de liquido en una de sus puntas), el mismo se desarmo y se defecto, después de un análisis se comprobó que no todo su interior estaba dañado, lo cual permitió aprovechar un tramo que cumplía con las exigencias técnicas necesarias, por demás el cilindro es de fabrica lo que implica realizar menos cálculos y que ya estaba probado para esfuerzos mayores a los que se le aplicaran determinando la resistencia a la penetración del suelo, se aprovecha un dispositivo que se había lanzado al olvido, que si lo fuéramos a comprar nos saldría económicamente mas caro, al igual que su fabricación en nuestros talleres, seria muy engorroso dar un acabado superficial de alta calidad en el interior del cilindro, lo que se realiza con maquinas

especializadas que en talleres pequeños no contamos con estas para realizar nuestro trabajo. Las camisas de estos cilindros descritos son fabricadas en acero ST-52 lapeado en los modelos de doble efecto siento los vástagos en acero F-114 protegidos exteriormente contra la oxidación, rayado y desgaste con una capa de cromo duro.

3.2 Materiales y maquinas que intervinieron en el proceso de fabricación

- Cilindro hidráulico defectuoso
- Barra de acero inoxidable de ∅ 25 mm
- Barra de acero de ∅ 16 mm
- Barra de acero de ∅ 10 mm
- Tubo de acero ∅ ¾ "
- Retenedores de aceite de 60 mm y 25 mm respectivamente.
- Empuñaduras de goma. (confeccionadas de recortes de manguera para radiador de automóviles).
- Manómetro de 2.5 kgf/cm^2

Maquinas herramientas que intervinieron en el proceso de fabricación:

- Torno 16 K 20
- Equipo de soldadura eléctrica INFRA MI-250-CD
- Taladro de banco 2H135T

3.3 Descripción de los Aceros como material fundamental del trabajo.

Según sitios de Internet que hemos visitado, Químicamente el acero esta formado de hierro y carbono aparte de otros metales y metaloides. Físicamente esta formado por granos poliédricos o cristales que varían de tamaño y forma. Se debe a la influencia de los elementos que se unen para formar el acero- carbono, manganeso, silicio, azufre, fósforo, níquel, cromo, molibdeno, vanadio y wolframio.

Los aceros se clasifican en cinco grupos principales: aceros al carbono, aceros aleados, aceros de baja aleación ultra resistentes, aceros inoxidables y aceros de herramientas. Solo mencionaremos dos de los cuales se emplean en nuestro trabajo.

Aceros al carbono: hierro + carbono, manganeso, silicio, azufre, fósforo. El 90% de los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen una cantidad diversa de carbono, menos de un 1,65% de manganeso, un 0,6% de silicio y un 0,6% de cobre.

Aceros inoxidables: Estos aceros contienen cromo, níquel, y otros elementos de aleación que los mantiene brillantes y resistentes a la oxidación. Algunos aceros inoxidables son muy duros y otros muy resistentes, manteniendo esa resistencia durante mucho tiempo a temperaturas extremas. Debido a su brillo, los arquitectos lo emplean mucho con fines decorativos. También se emplean mucho para tuberías, depósitos de petróleo y productos químicos por su resistencia a la oxidación y para la fabricación de instrumentos quirúrgicos o sustitución de huesos porque resiste a la acción de los fluidos corporales. Además se usa para la fabricación de útiles de cocina, como pucheros, gracias a que no oscurece alimentos y es fácil de limpiar. (Lajtin1983), (www.arghys.com), (www2.rincondelvago.com).

3.4. Metodología de cálculo de uniones por soldadura.

Todos los materiales y aleaciones soldadas se relacionan a los cuerpos cristalinos sólidos y están compuestos de muchísimos cristalitos, unidos entre sí por las fuerzas interatómicas e intermoleculares de acción reciproca.

Para unir dos piezas metálicas y formar una unidad, es necesario acercar sus átomos a tal grado, que entre ellos comiencen a actuar las fuerzas de atracción mutuas, lo que resulta posible cuando la distancia entre los átomos es aproximadamente de 4.10^{-8} cm, lo cual es realizable solo bajo las siguientes condiciones . De esta forma; al proceso de unión de dos piezas metálicas mediante el calentamiento local de estas, hasta el estado plástico o de fusión, se denomina soldadura . (Glizmanenco. 1988)

Soldadura eléctrica

En este procedimiento de soldadura se emplea el calor de un arco eléctrico para la fusión del material en el sitio que se quiere soldar.
El arco se produce o salta entre dos conductores algo separados de polaridad distinta. Una de los polos está constituida por las mismas piezas a soldar conectadas en circuitos eléctricos y el otro polo, por el metal de aportación. Ambos están conectados a una fuente de energía eléctrica o generador. Cuando se establece el arco eléctrico la temperatura se eleva en la zona por encima de 3.000° C. El calor provoca la fusión de las partes de la junta a soldar y la unión se consigue mediante el goteo del material de la varilla de aportación en forma de líquido en la rendija de la junta.

El depósito de metal, que durante la operación de soldadura deja la varilla sobre la superficie de la pieza, se denomina cordón.

Éste es el proceso de soldadura más comúnmente usado y se emplea principalmente, para unir entre sí piezas de acero.

Cordón de soldadura

Llamase cordón de soldadura al elemento que une las piezas en la junta de soldadura. Está formado por el material fundido de las piezas más el material de aportación, cuando lo hay. Al cordón de soldadura también se le llama costura. (www.monografias.com)

Soldadura por arco: es un proceso, en el que la energía obtiene por medio del calor que produce un arco eléctrico funde un material de aporte, llamado electrodo, que se deposita entre las dos piezas fijando su unión. Para la generación del arco existen varios tipos de electrodos. Nosotros utilizaremos los llamados 'electrodos recubiertos', son los más utilizados en la actualidad.

En el proceso de soldadura, el intenso calor del arco hace que progresivamente se funda la punta del electrodo y se deposite en el cordón de soldadura en forma de pequeñas gotas, proporcionando así el material de aporte. El diámetro del electrodo se mide en el núcleo y determina la intensidad de corriente promedio que debe utilizarse. www.mailxmail.com.

El electrodo es una varilla con un alma de carbón, hierro o metal de base para soldeo y de un revestimiento que lo rodea. Forma uno de los polos del arco que engendra el calor de fusión y que en el caso de ser metálico suministra asimismo el material de aporte. (www.mtas.es).

La soldadura eléctrica con electrodo revestido es uno de los procesos de unión de metales por fusión más extendidos en toda la actividad industrial y de fabricación metal mecánica en nuestro país, debido a su aplicabilidad sobre diferentes tipos de materiales (aceros al carbono, aceros inoxidables, hierros fundidos, bronces, aleaciones de aluminio, etc.) en todas las posiciones de soldar. (www.tecsup.edu.pe), (www.paginadigital.com.ar)

Como elemento de unión fundamentalmente la soldadura manual con electrodos

de forma que se produjera la unión rígida entre los elementos a unir, los que no

ejercen grandes solicitaciones sobre estos, se realiza el cálculo de comprobación de soldadura de forma que se pueda demostrar si el elemento mas débil de la unión resiste las tensiones sobre él aplicadas.

La unión fue por cateto,

Utilizamos la expresión: $$\tau = \frac{P}{l * 0.7 * C} \leq [\tau`]_C$$

Donde.

τ – Tensión real

P – Fuerza real máxima.

l - Longitud del cordón.

C – Cateto.

$[\tau`]_C$ – Tensión admisible al cizallamiento.

$[\tau`]_C = 0.65*\sigma_{tracc}$ $\sigma_{tracc} = \frac{\sigma_y}{n}$

n – Coeficiente de seguridad. (n = 1.3 – 2)

3.5 Experimentos empíricos y calibración.

Al armar el aparato (la parte hidráulica) realizamos algunos experimentos empíricos en el terreno.

Como hemos descrito en otros capítulos se utilizo un cilindro de fuerza de doble acción, en este trabajo solo se acciona en una dirección, pues las juntas que estaban colocadas en la contraria se retiraron, solo nos causarían problemas como el rozamiento, el pistón que en su estado de fabrica utilizaba dos juntas solo se utilizo una ya que para las presiones de trabajo con una sola es mas que suficiente, desde el principio suponíamos que al serrar el orificio de entrada de la parte contraria del cilindro podría aparecer presión de vacío, que también

resultaría negativa a nuestro trabajo, así como otros inconvenientes que se nos presentarían durante la fabricación y sus pruebas, entonces nos dimos la tarea de realizar un grupo de experimentos necesarios, que a continuación les relacionaremos algunos.

Formula para determinar el área de trabajo de nuestro cilindro.

$$f = \frac{\pi D^2}{4} \qquad f = \frac{3.14 * 6.0^2}{4} = 28.26 cm^2$$

Descripción de los experimentos.

1- Se pesan las piezas del equipo, el peso que actúa sobre el aparato, el que mueve la aguja del manómetro por su propio peso es de 2.826 kg.
2- se arma el aparato, se lubricaron las paredes del cilindro, el pistón y la junta. Y sin liquido desplazamos el vástago en sus dos direcciones de movimiento, notamos que cuando se le hacia presión al dispositivo entre la tapa y el vástago existía una pequeña succión de aire que al soltar el vástago regresaba hacia atrás.
3- Se desarmó el aparato y se le hizo una ranura a la tapa para que entre ella y el vástago al desplazarse corriera el aire libremente.
4- Se vuelve a armar el aparato y se repite el primer experimento, quedando eliminada la succión que anteriormente se producía.
5- Tomamos un dinamómetro de fabrica (una pesa) se lo colocamos al aparato y tiramos de el para comprobar la fuerza que se ejercía para desplazar el pistón con su junta por el cilindro, esta operación se repitió varias veces para estar bien seguros de la medición

Mediciones

A – 1.0 kg.	F – 0.9 kg.
B – 1.0 kg.	G – 1.0 kg.
C – 0.9 kg.	H – 1.0 kg.
D – 0.9 kg.	I – 1.0 kg.
E – 0.8 kg.	J – 0.9 kg.

De las 10 mediciones tomamos una media 0.94 ≈1.0 kg

6- se llena el cilindro de aceite hasta desbordarse, se le acoplan rápidamente el manómetro y el tornillo del respiradero, como el cilindro esta desbordado al apretarse el manómetro y el tornillo en el manómetro se refleja una presión de 0.5 kg/cm^2 la cual se dejo así por un periodo de 30 minutos para comprobar si existía caída de la presión, o si tenia algún salidero.
7- Se sujeta en un tornillo de banco se afloja el tornillo del respiradero y se espera que la presión baje hasta 0 kgf/cm^2.
8- luego se colocó de forma vertical y el manómetro nos indica 0.15 kg/cm^2 por su propio peso (2.826 kg), (0.15 kg/cm^2 x 28.26 cm^2 = 4.239 kg), como podemos apreciar la fuerza debió ser (2.826 kg) existiendo una diferencia de (1.413 kg) lo que representa en el manómetro (0.05 kg/cm^2) de diferencia. Lo que se tiene en cuenta para el factor de corrección del instrumento.
9- También se realizo una prueba con temperatura, el aparato se coloco sobre una piedra a punto de medio día y se expuso al sol directo durante 30 minutos, pudimos apreciar como sin carga al elevarse la temperatura el manómetro nos indicaba una prisión de 0.7 kg/cm^2. por esta razón debemos realizar mediciones en horarios frescos del día.
10- Al igual que en la prueba # 8 Se mantuvo sobre la superficie en forma vertical y se le coloco una masa de 60 kg (fuerza conocida), el resultado fue de (61.4 kg), en las dos pruebas detectamos una diferencia de (1.413 kg) de diferencia, para una diferencia del manómetro de (0.05 kg/cm^2),

Después de realizar este grupo de pruebas anteriormente citadas se procedió a acoplar la varilla de diámetro 16 mm y el cono con diámetro de la base 20.27 mm, largo del diámetro de la base 1.5 mm, 30º de cono y el área es de 3.2 cm^2, también se le acoplaron las empuñaduras, al tener listo para probar el aparato se comenzó a realizar nuevos experimentos, pero esta ves en el suelo. Para facilitar

las lecturas se confecciona tabla de resultados ya con su correspondiente calibración. Ver anexo 1.

CAPITULO 4

Resultados y discusión

4.1 Caracterización de zonas en las cuales se realizaron nuestras investigaciones y resultado de las mediciones del penetrómetro para determinar la resistencia a la penetración del suelo.

1 – se utilizo primeramente el jardín del vecino, realizando un grupo de mediciones en un área de 2 m^2, trabajando a una profundidad de hasta 30 cm, en dos etapas, una de hasta 15 cm, y la otra hasta 30 cm, las cuales mostramos a continuación.

Tabla 4.1 Primer grupo de mediciones (hasta15 cm)

#	Lectura del manómetro	Fuerza	Resistencia a la Penetración (kgf/cm^2)	Resistencia a la Penetración (kpa)
1	2.4	67.824	21.195	2078.519468
2	2.5	70.65	22.078125	2165.124445
3	2.2	62.172	19.42875	1905.309512
4	2.4	67.824	21.195	2078.519468
5	2.5	70.65	22.078125	2165.124445
6	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
7	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
8	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
9	2.3	64.998	20.311875	1991.91449
10	2.5	70.65	22.078125	2165.124445
Promedio	**2.3**	**64.998**	**20.311875**	**1991.91449**

Como se aprecia en las mediciones en el jardín del vecino arrojaron como resultado una resistencia a la penetración de 1991.91449 kpa a una profundidad de 15 cm.

Tabla 4.2 Segunda etapa de las mediciones (entre 15 y 30 cm)

#	Lectura del manómetro	Fuerza	Resistencia a la Penetración (kgf/cm^2)	Resistencia a la Penetración (kpa)
1	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
2	2.1	59.346	18.5456	1818.704534
3	2.2	62.172	19.42875	1991.91449
4	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
5	2.1	59.346	18.5456	1818.704534
6	1.3	36.738	11.480625	1125.864712
7	1.5	42.39	13.246875	1299.074667
8	1.7	48.042	15.013125	1472.284623
9	1.4	39.564	12.36375	1212.469689
10	2.2	62.172	19.42875	1991.91449
Promedio	**1.85**	**52.281**	**16.3378125**	**1602.19209**

Como se aprecia en las mediciones en el jardín del vecino arrojaron como resultado una resistencia a la penetración de 1602.19209 kpa en la segunda etapa a una profundidad entre 15 y 30 cm, demostrando que a esta profundidad el suelo ofrece menos resistencia a la penetración.

2 – Después de las pruebas anteriores nos trasladamos hacia el poblado de suferry y en la finca de un pequeño agricultor, el tipo de suelo es ferralitico rojo, de relieve llano, el área para realizar nuestro trabajo se encuentra sembrada de Yuca, comenzamos a realizar nuevas pruebas, trabajando a una profundidad igual que en las pruebas anteriores de hasta 30 cm, en dos etapas, una de hasta 15 cm, y la otra hasta 30 cm con los resultados siguientes, pero ahora en un área de 10 m^2.

Tabla 4.3 Primer grupo de mediciones. (hasta 15 cm)

#	Lectura del manómetro	Fuerza	Resistencia a la Penetración (kgf/cm^2)	Resistencia a la Penetración (kpa)
1	2.4	67.824	21.195	2078.519468
2	2.3	64.998	20.311875	1991.91449
3	2.2	62.172	19.42875	1905.309512
4	2.2	62.172	19.42875	1905.309512
5	1.1	70.65	22.078125	2165.124445
6	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
7	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
8	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
9	2.3	64.998	20.311875	1991.91449
10	1.4	70.65	22.078125	2165.124445
11	1.5	42.39	13.246875	1299.074667
12	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
13	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
14	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
15	2.3	64.998	20.311875	1991.91449
16	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
17	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
18	1.1	70.65	22.078125	2165.124445
19	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
20	1.7	48.042	15.013125	1472.284623
Promedio	**1.8**	**50.868**	**15.89625**	**1558.889601**

Como se aprecia en las mediciones en la finca del pequeño agricultor arrojaron como resultado una resistencia a la penetración de 1558.889601 kpa a una profundidad de 15 cm.

Tabla 4.4 Segunda etapa de las mediciones (entre 15 y 30 cm)

#	Lectura del manómetro	Fuerza	Resistencia a la Penetración (kgf/cm^2)	Resistencia a la Penetración (kpa)
1	2.2	62.172	19.42875	1905.309512
2	2.2	62.172	19.42875	1905.309512
3	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
4	1.9	53.694	16.779375	1645.494578
5	1.0	28.26	8.83125	866.0497781
6	1.6	45.215	14.13	1385.679645
7	1.8	50.868	15.89625	1558.889601
8	1.8	50.868	15.89625	1558.889601
9	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
10	1.1	70.65	22.078125	2165.124445
11	1.2	33.912	10.5975	1039.259734
12	1.8	50.868	15.89625	1558.889601
13	1.5	42.39	13.246875	1299.074667
14	1.5	42.39	13.246875	1299.074667
15	2.0	56.52	17.6625	1732.099556
16	1.4	39.564	12.36375	1212.469689
17	1.7	48.042	15.013125	1472.284623
18	0.9	24.434	7.948125	779.4448003
19	1.8	50.868	15.89625	1558.889601
20	1.5	42.39	13.246875	1299.074667
Promedio	**1.65**	**46.629**	**14.5715652**	**1428.982134**

Como se aprecia en las mediciones en la finca del pequeño agricultor arrojaron como resultado una resistencia a la penetración de 1428.982134 kpa a una profundidad entre 15 y 30 cm.

Penetrometro hidráulico para medir la resistencia a la penetración del suelo, 2da parte

Se muestra el Penetrometro en proceso comparación y de pruebas en el terreno

Autor: Ing. Jesús Padrón Paz, trabajo tutoreado por el DrC. José A Brydson Bonora, UNICA, Cuba/2005

CONCLUSIONES

1. Es posible la construcción del penetrómetro hidráulico utilizando recursos adquiridos por vía nacional con la suficiente calidad y aceptable precisión.
2. El penetrómetro construido se puede utilizar con fines de caracterización de los suelos agrícolas, pero también en trabajos de construcción ya que puede llegar a medir resistencia hasta de 5222.94 Kpa. También se puede utilizar en investigaciones de mecanización agrícola y en la docencia en la impartición de la asignatura de Teoría de Maquinas Agrícolas.
3. Este aparato puede medir la resistencia a la penetración en un rango desde 0 Kpa hasta 2121.83 Kpa.
4. El costo de fabricación es de aproximadamente $ 61.60 MN.
5. Los niveles de variabilidad en las mediciones es bajo.
6. El Penetrómetro hidráulico es de fácil manejo y transportación.
7. El valor de compra de un penetrómetro para medir la resistencia a la penetración del suelo en el extranjero es alrededor de $ 350.00 USD sin contar la transportación y otros gastos, por lo que representa un considerable ahorro de divisas al país y una solución a la adquisición de instrumentos muy necesarios para las investigaciones.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el penetrómetro en investigaciones de Mecanización Agrícola y en la docencia en la impatición de la asignatura de Teoría de Maquinas Agrícolas.
2. Fabricar en el país por los organismos pertinentes Penetrómetros para su uso en investigaciones y la docencia.
3. Seguir investigando esta temática buscando las vías de mejorar la calidad, la precisión y su modernización dentro de nuestro país.
4. No golpear el aparato, ni lo deje caer.
5. No pinché ningún objeto con la punta del cono, todo rasguño, raya, marca, melladura de la punta o el cuerpo aumenta el coeficiente de fricción.
6. Siempre que termine sus mediciones limpie bien el aparato, lubríquelo y guárdelo donde no reciba daños.
7. compruebe periódicamente la precisión del Penetrómetro.

BIBLIOGRAFÍA

Almendares R. (Huy, con cabros) . El Yuntero centroamericano. Órgano de comunicación de la Red Latinoamericana de Tracción Animal RELATA. 1996.Sección Validación. Año II No. 7.

Borrel Garcia M, Sánchez Sánchez J. S, Gutiérrez Yanis A, Licea P,Guilbeaux V. Tecnologia en preparacion de suelos en fangueo. Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias. Enero-Junio 1999, vol. 8 (No. 1).94 pag.-83-88.

Castro A. Consejos útiles en la selección y alimentación de los caballos para el trabajo. Revista ACPA 2001 enero-marzo (No. 1): 56 pag.-43-46.

CENCOP. Informes sobre la existencia de animales en Cuba, La Habana, 1990.

Chimics J, Sin fecha. Tracción animal en República Dominicana. Su realidad, promoción y actividades de capacitación.

Chirgwin J. Los Animales de Trabajo y el Desarrollo Sostenible. Revista Mundial de Zootecnia. FAO Edición 50 Años. 1995 3 - 4.

Chirwin J. Division de producción. FAO. Roma, Italia.1995.

Chirgwin J. Transferencia Tecnológica en el uso de Animales de Trabajo. Mesa redonda IIMA/FAO sobre programas nacionales sobre uso de energía animal y adiestramiento de animales de trabajo. II Congreso Internacional de Tracción Animal Organizado por el Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria 1996. La Habana Cuba Febrero 19-24.

Cruz A...y sigue la yunta andando. Tracción Animal en la Agricultura de México. Universidad Autónoma de Chapingo 1997. Editor: Aurora González.

CTA . Animal traction and small-scale mechanization. SPORE No. 69 june 1997. Page 4.

Diéguez P. Estudio sobre los aspectos más importantes en la organización de la explotación de la maquinaria. IIMA. La Habana. 1980.

FAO 110. Desempeño de los Animales. Italia. Principios Prácticos de Prueba de Evaluación de Maquinas y Equipos Agrícolas. Boletín de Servicios Agrícolas.

Galindo W, 1994. Las hembras multipropósito: vacas y búfalas. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Universidad Javeriana B CIPAV B IMCA.

Galindo W, 1997. Tractor o búfala: eficiencia económica y ambiental para labores de tracción. Conferencia presentada en el III Congreso Mundial de Tracción Animal. Mayo 12 - 16 de 1998. La Habana, Cuba.

Hernández y col. Clasificación de los suelos. Academia de Ciencias de Cuba. 1994.

HYDRA. Boletín informativo para ganaderos. Camaguey 2002.

INFOR. Encuentro Nacional de Tracción animal. 2004 febrero Memorias.

Lawrence, P.R and Mathers, J.C. The Work Output and Nutritional Requirements of Draugth Animals, Center for Tropical and Veterinary Medicin, University of Edimburgh, Reino Unido, 1984.

Le Thiec C, Bergeret A, Baron V. Mecanisation Avec Traction Animale. Machinisme Agricole Tropical Janvier-Mars 1987, 97 . 128 pag.-116-117.

MINAG. Evaluación económica y de explotación en las pruebas de máquinas agrícolas. La Habana, 1985.

MINAG. Informes elaborados por la Dirección Nacional de mecanización sobre el uso y existencia de animales, tractores e implementos, 1992

NC: 34.47.87: Metodología para la determinación de las condiciones de pruebas, Maquinas agropecuarias y forestales.

NC: 34.37.85: Metodología para la evaluación tecnológico-explotativa, Maquinas agropecuarias y forestales.

O´neal D. The use the animal as source of mechanical power. 1997.

Pearson A. Animal Production and Rural Tourism in Mediterranean Regions. Proceedings of the International Simposium on Animal Production and Rural Tourism in Mediterranean Regions. Evora, Portugal 10-13 October 1995. EAAP Publication No. 74, 1995

Pearson R, Nengomasha E and Krecek R. The challenges in using donkeys for work in Africa. ATNESA Worshop "Meeting the Challenges of Animal Traction". 4-8 December 1995. Ngong Hill, Kenya.

Pearson A, Nengomasha E M, Krecek R C. Improving the management of donkeys in Africa B issues, experiences and opportunities. 1997.

Proyecto Uso y Productividad de la Tierra LUPE - Manual práctico de manejo de suelos en laderas.

Roque R. Búfalo de trabajo: aperos, arneses o aparejos más usados. Revista ACPA julio/septiembre 1999: 56 Pág.-10-12.

Sims B. Mecanización para el pequeño agricultor. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México, D.F. México. 1987.

Sotto p. Análisis de la explotación de la ración animal en la empresa de cultivos varios Guira de Melena, IIMA, 1992.

Valdivia Portal E, Días Gonzáles A, Ríos Hernández A, 1999. Aspectos económicos de la tracción animal en Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias . Abril 1999 Vol. 8. No. 2: 96-Pág. 75-79.