



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

**Departamento de
Eléctrica y Electrónica**

Carrera: Ingeniería Electromecánica



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

**DISEÑO, MODELADO Y
CONSTRUCCIÓN DE UN
MOTOCULTOR MEDIANTE
ELEMENTOS FINITOS DESTINADO
A LA PREPARACIÓN DEL SUELO
PARA LA FORMACIÓN DE CAMAS
DE CULTIVOS.**



OBJETIVO GENERAL

- Diseñar, modelar, construir e implementar un motocultor, que se utilizará en la preparación de suelos para camas de cultivo de alimentos de consumo humano y animal, disminuir el esfuerzo físico de los agricultores, optimizar el tiempo empleado en labores de cultivo y mejorar la producción agrícola.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y seleccionar un motor de combustión interna para el motocultor.
- Diseñar, modelar y construir un apero para la formación de camas de cultivo mediante elementos finitos.
- Diseñar, modelar y construir el bastidor del motocultor mediante elementos finitos.
- Incrementar la producción agrícola mediante el sistema de cultivo por camas.



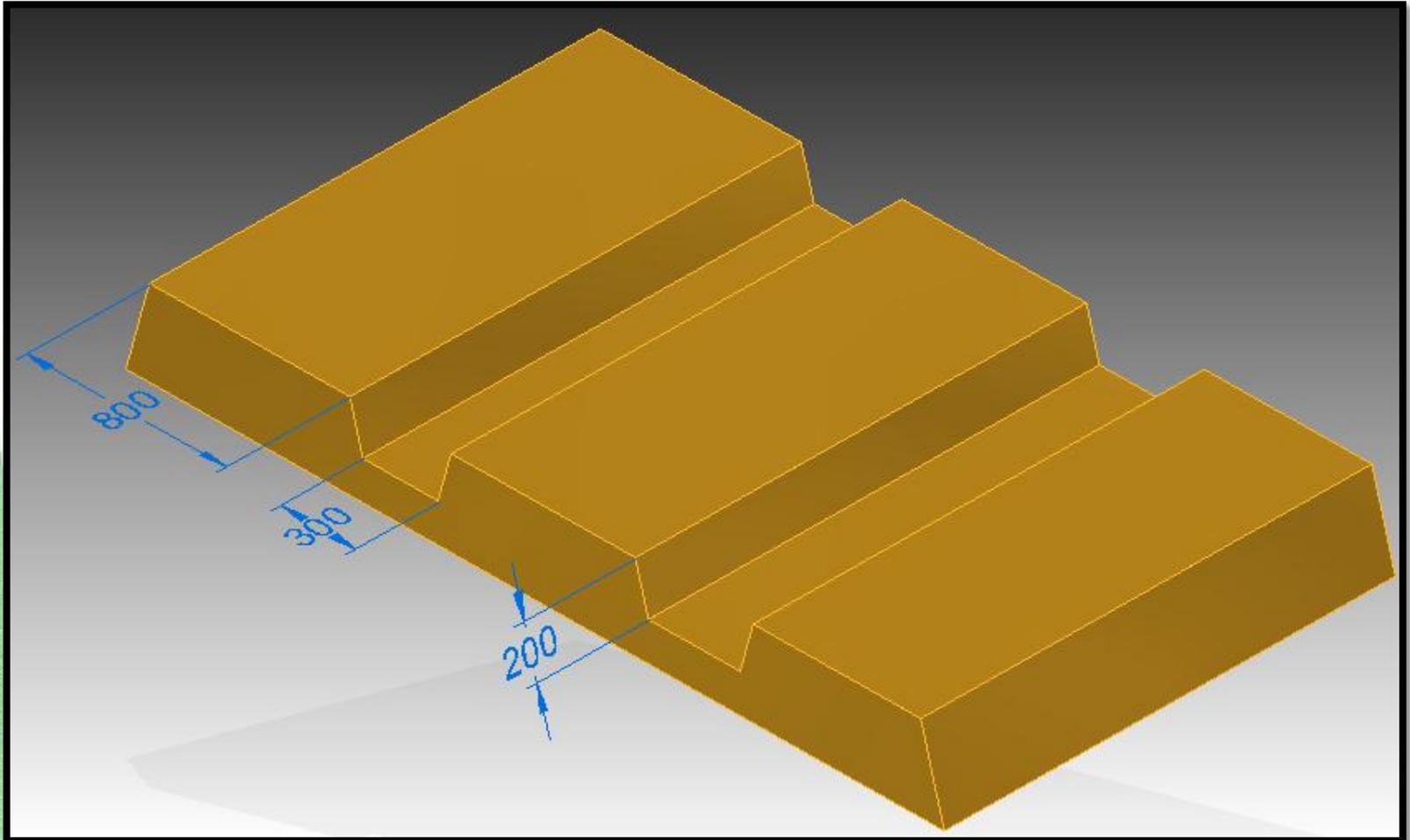
CAMAS DE CULTIVO

- Las camas de cultivo son una forma de laboreo del suelo que tienen una altura de veinte a veinticinco centímetros de alto, y una superficie para sembrar de entre setenta, y cien centímetros de ancho, lo cual permite tener una superficie mayor para la siembra a comparación con los surcos que se usan normalmente en la agricultura que van de dieciocho a treinta y seis centímetros.
- Las camas de cultivo tienen un canal de agua que va de los dieciocho a treinta centímetros cuya característica principal es que su conformación es compacta, lo cual no permite que el agua se filtre fácilmente hacia abajo, permitiendo la filtración del agua a la cama donde se encuentra el producto sembrado.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

FORMA Y DIMENSIONES DE LAS CAMAS DE CULTIVO





CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

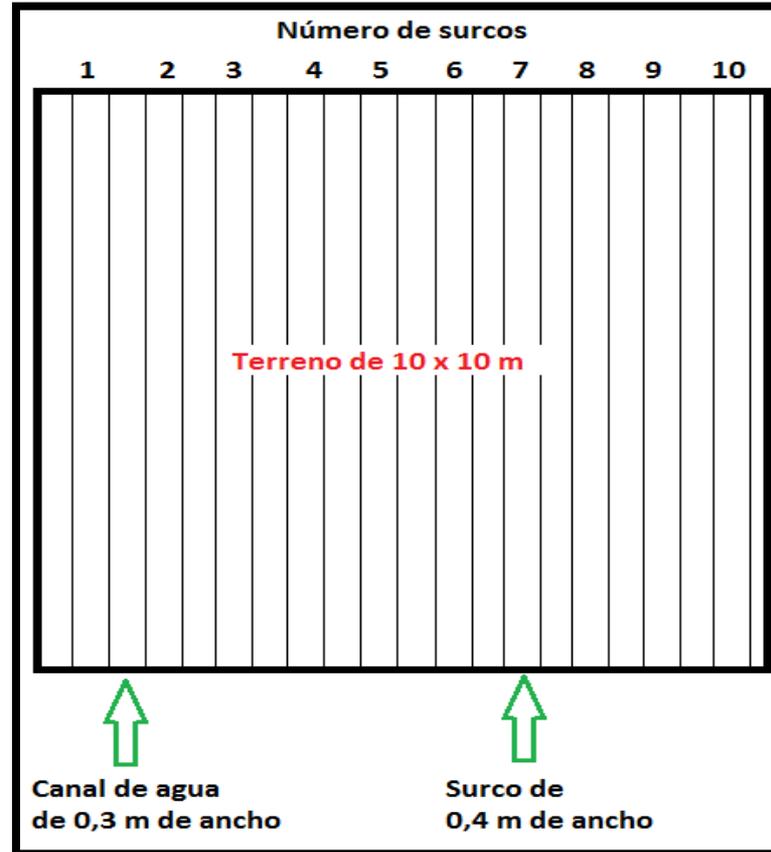
- Optimización del área de siembra.

Para demostrar esta característica compararemos, en un terreno de 10 metros de ancho y 10 metros de largo el laboreo por surcos y por camas.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

LABOREO POR SURCOS

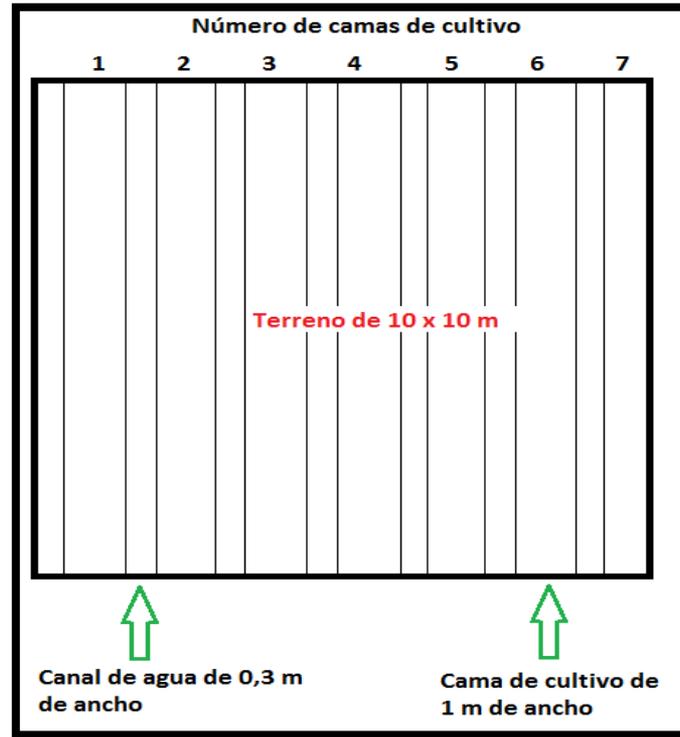


Área total para sembrar = 40 metros



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

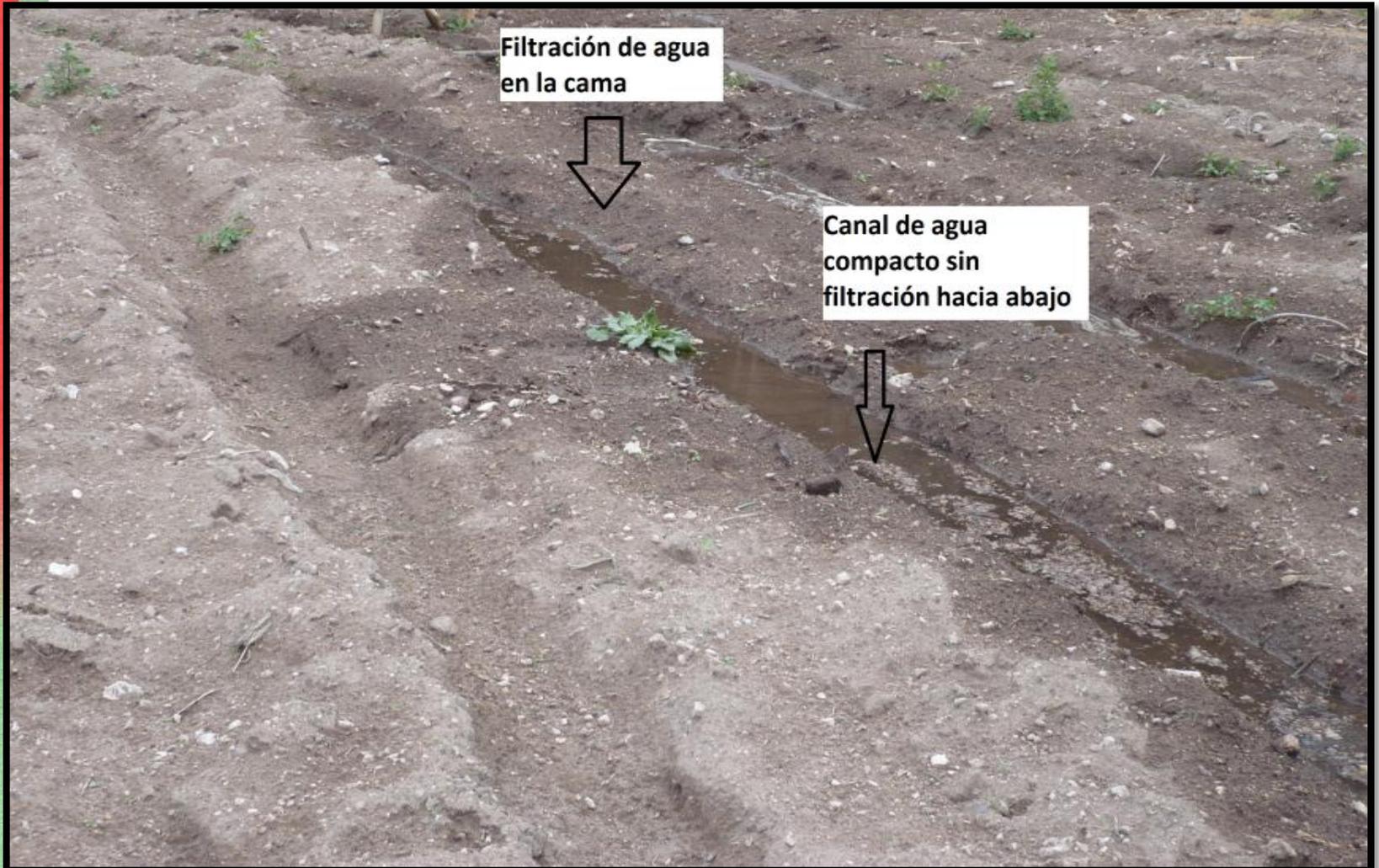
LABOREO POR CAMAS



Área total para sembrar = 70 metros



- Ahorro de agua de regadío.





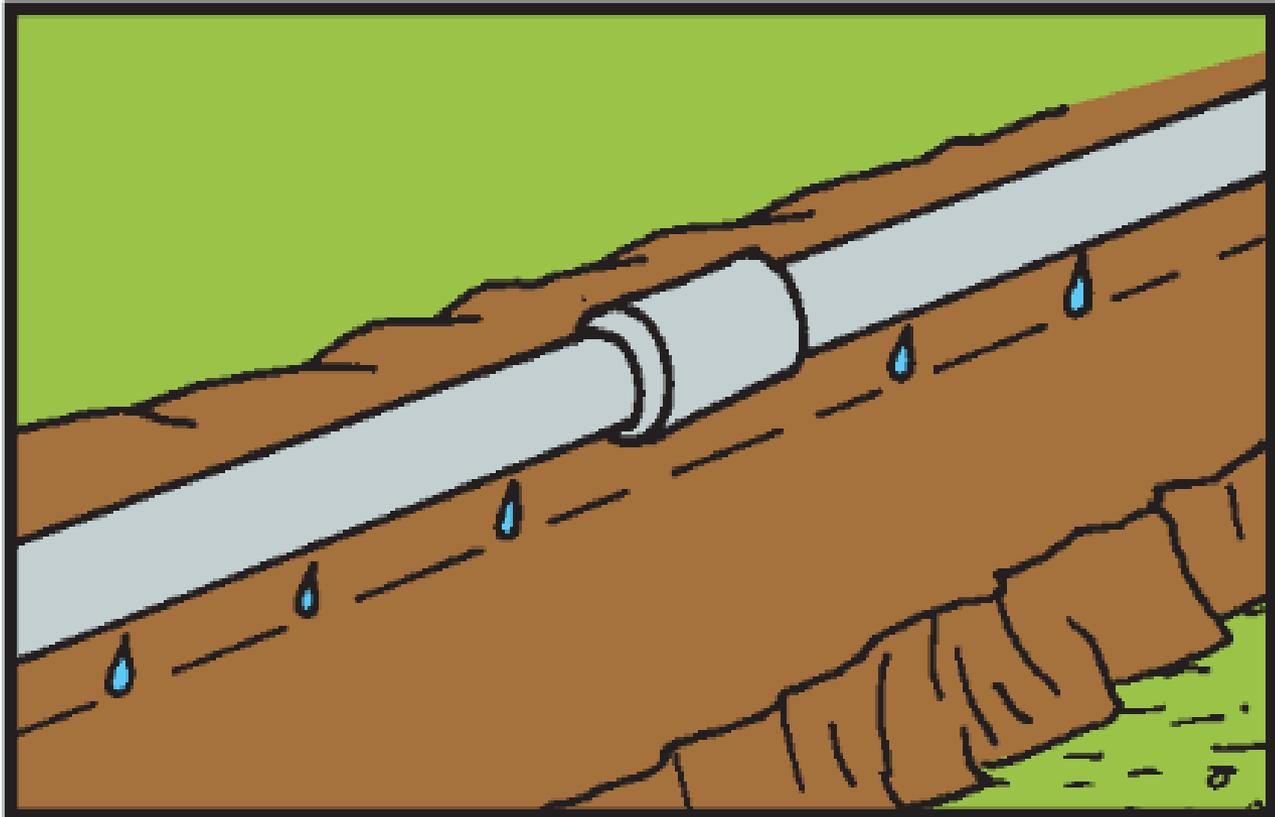
ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

- Control de maleza.





- Facilita el riego por goteo.

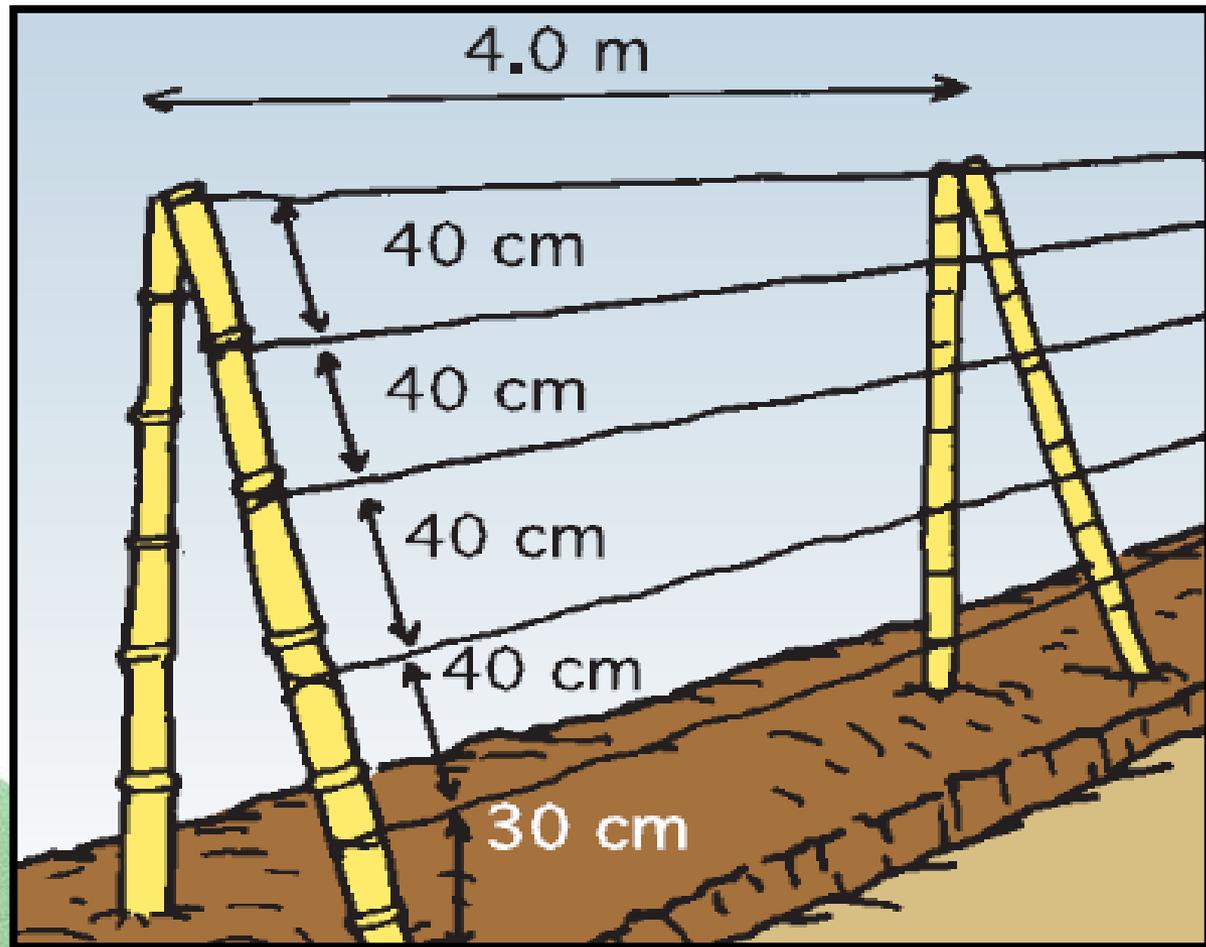




ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

- Facilitan la implementación de guías para plantas de hábito trepador.

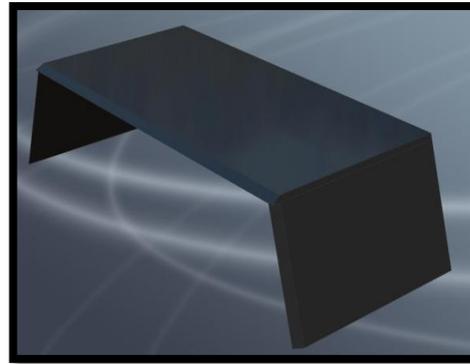




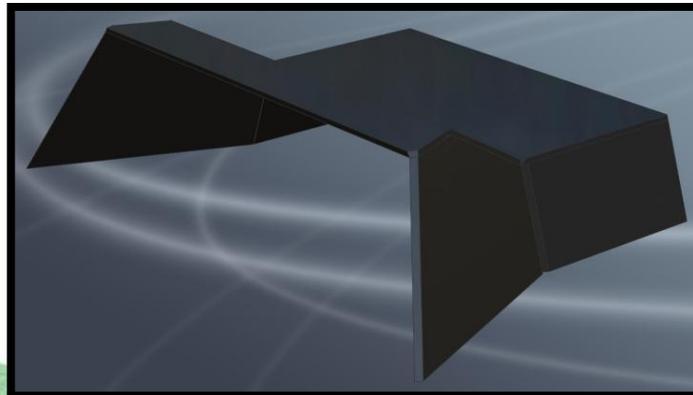
ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

DISEÑO, SELECCIÓN Y MODELADO DEL APERO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS.

- PRIMER APERO DISEÑADO.



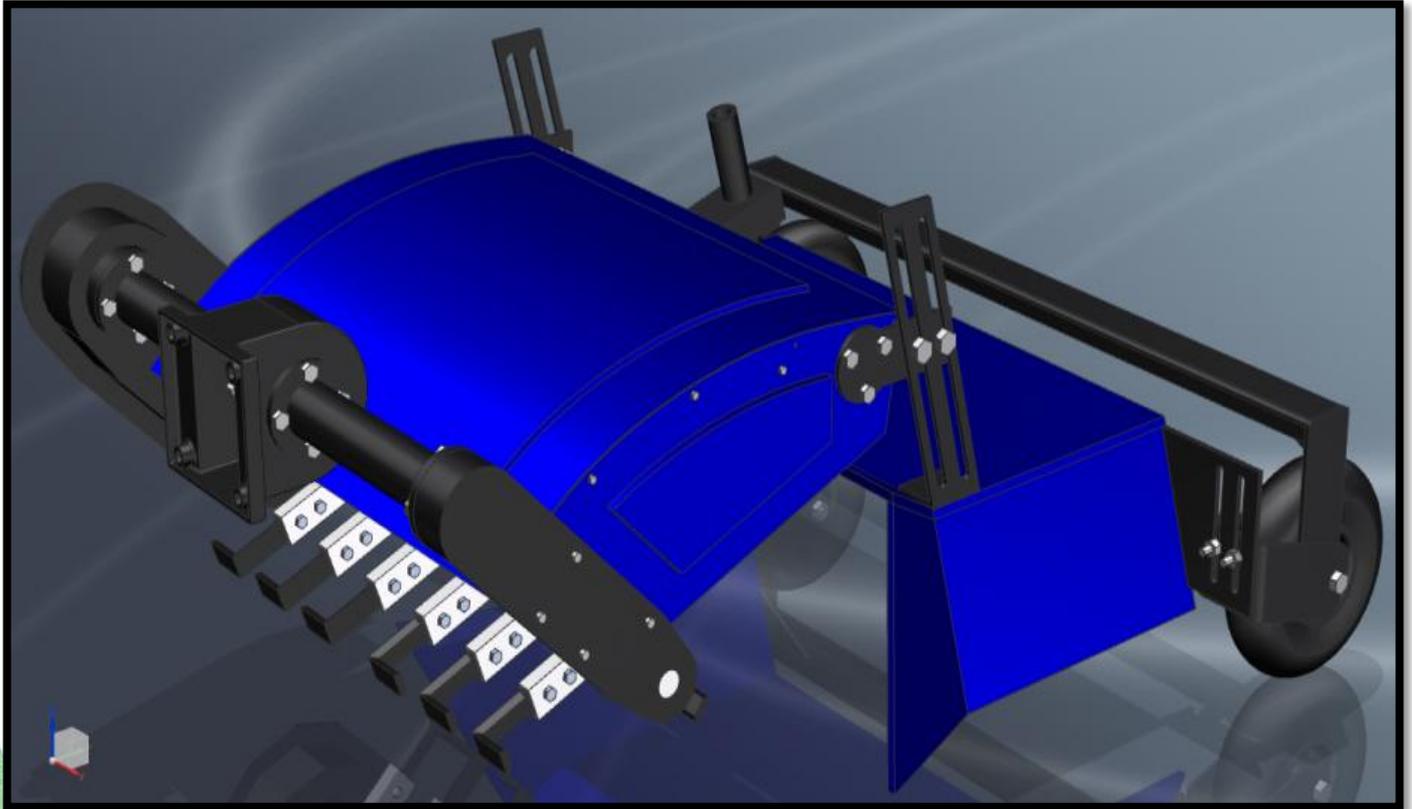
- SEGUNDO APERO DISEÑADO





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

- TERCER APERO DISEÑADO





Características diseñadas del rotocultivador.

- Velocidad Periférica (V_p) = 5.44 m/s.
- Desplazamiento de la tierra (X) = 1.7 m.
- Profundidad de labranza (d) = 0.27 m.
- Número de cuchillas que se encuentran dentro de la zona de corte (Z) = 17 cuchillas.
- Potencia requerida para el mando del rotor (N) = 14 Hp.



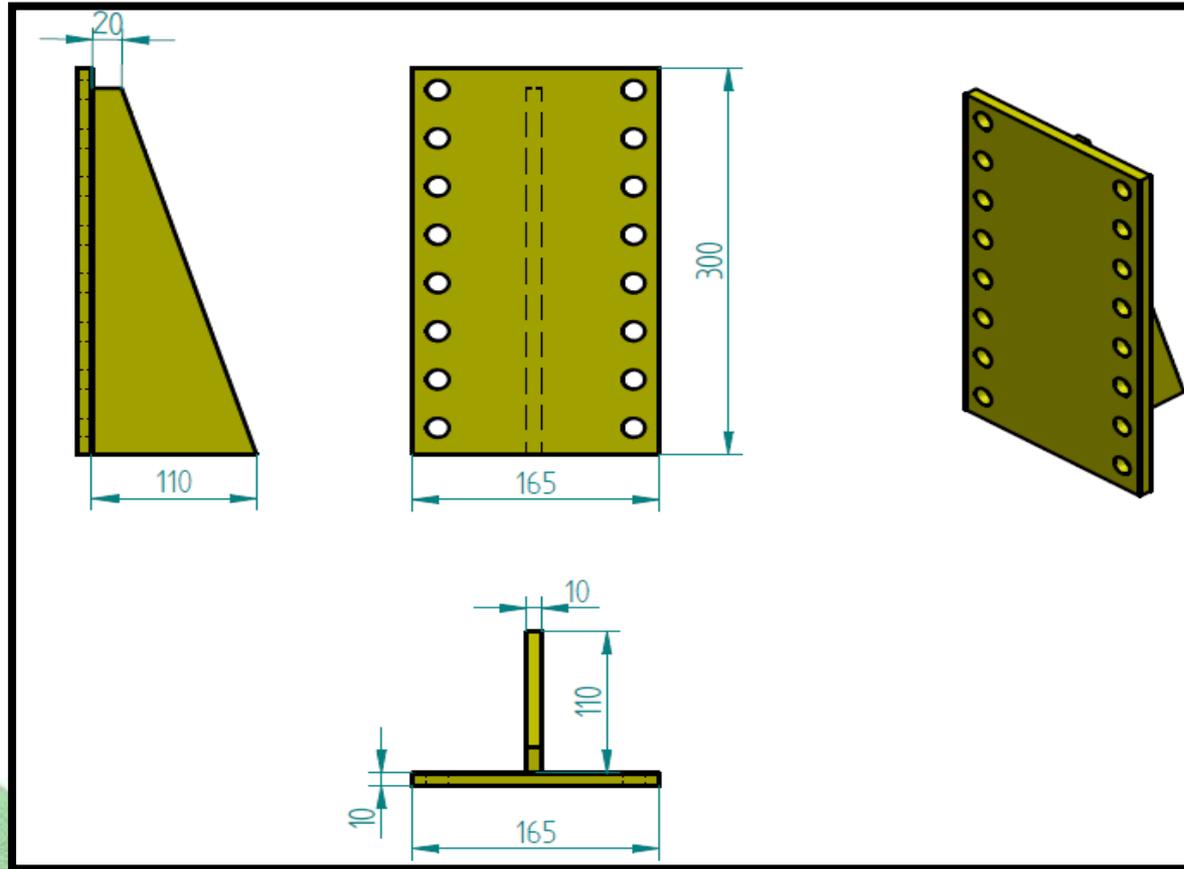
Para diseñar el apero analíticamente se necesitarían hacer cálculos extremadamente extensos, para resolver este problema utilizaremos un software de diseño en el cual dibujaremos cada pieza del apero con dimensiones reales para luego someterlas a un análisis por elementos finitos para saber si soportarán o no las fuerzas aplicadas.

Sin embargo debemos comprobar que el software sea eficiente y arroje resultados reales para lo cual realizaremos un calculo manual de la placa de unión entre el motocultor y el apero que desde un inicio se diseñó.



DISEÑO ANALÍTICO DE LA PLACA DE ENGANCHE.

Datos:





Fuerza tracción o fuerza de tiro.

Es la fuerza requerida para traccionar la herramienta de labranza, se la conoce también como fuerza de tiro y se calcula a partir de parámetros como ancho y profundidad de trabajo.

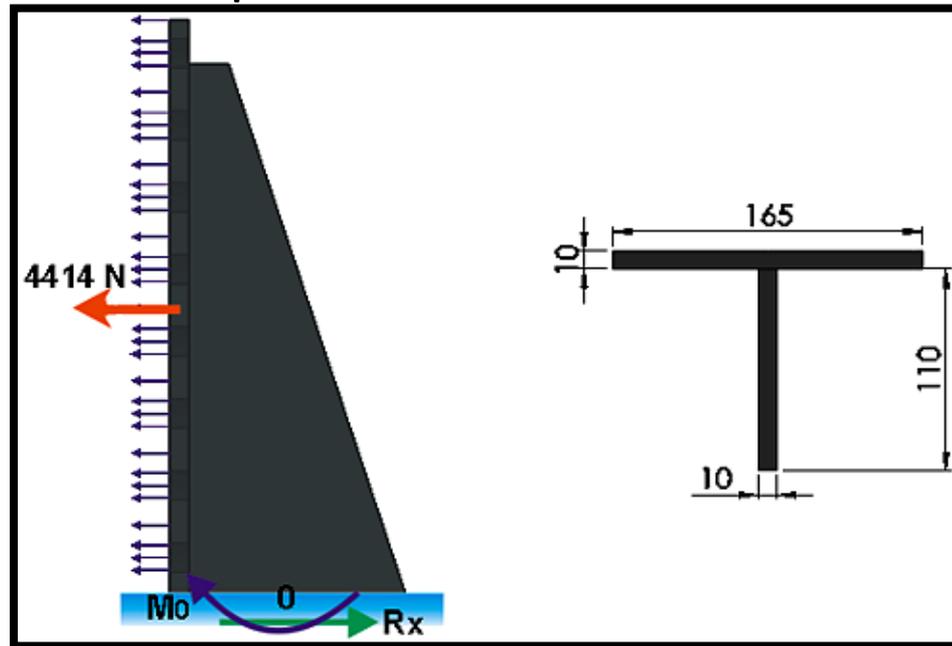
$$F = CL * profundidad (m) * ancho operativo (m) * 100$$

$$F = 30 \frac{kgf}{dm^2} * 0.2 m * 0.75 m * \frac{100 dm^2}{1 m^2}$$

$$F = 450 kgf \approx 4414 N$$



Ecuaciones de equilibrio:

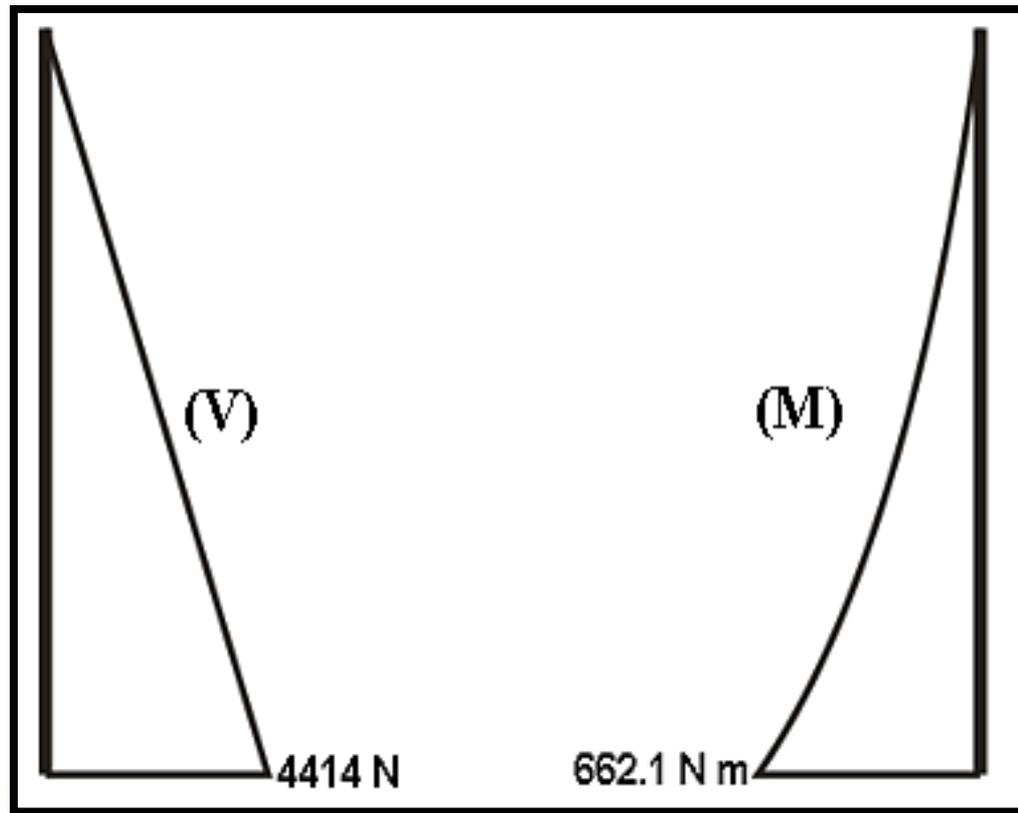


$$\sum F_x = 0$$
$$R_x - 4414 \text{ N} = 0$$
$$R_x = 4414 \text{ N}$$

$$\sum M_0 = 0$$
$$4414 \cdot 0.15 - M_0 = 0$$
$$M_0 = 662.1 \text{ N} \cdot \text{m}$$



A partir de estas reacciones se obtiene el diagrama fuerzas de cortantes (V) y momentos flectores (M).





El módulo de la sección transversal del soporte de enganche de la acamadora (S_z) se determina con el programa MDSolids.

Section Properties Module

Back File Simple Flanged Double Standard Help

User-defined T Shape

165.0
y
1
10.0
110.0
10.0
z
To scale

Axes
 y-z
 x-y

mm
to in

Rotate
 0
 90
 180
 270
Rotate

Mohr's Circle
Compute

Cross Section Properties

Z Axis Properties Y Axis Properties Print Details Excel

Z Axis Properties			
Elastic Modulus	E	1.0000	GPa
From bottom to centroid	y (bot)	91.0000	mm
From centroid to top	y (top)	29.0000	mm
Area of shape	A	2.750.0000	mm ²
Moment of Inertia	Iz	3.4989E+06	mm ⁴
Section Modulus	Sz	38.449.6337	mm ³
Section Modulus (bottom)	S (bot)	38.449.6337	mm ³
Section Modulus (top)	S (top)	120.652.2989	mm ³
Radius of Gyration	rz	35.6698	mm



Por lo tanto, el esfuerzo normal máximo por flexión viene dado por:

$$\sigma_{flex} = \frac{M_{max}}{S_z}$$
$$\sigma_{flex} = \frac{662.1 \text{ N} \cdot \text{m}}{38449.63 \text{ mm}^3} \cdot \frac{1000^3 \text{ mm}^3}{1 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_{flex} = 17.22 \text{ MPa} = \sigma_y$$

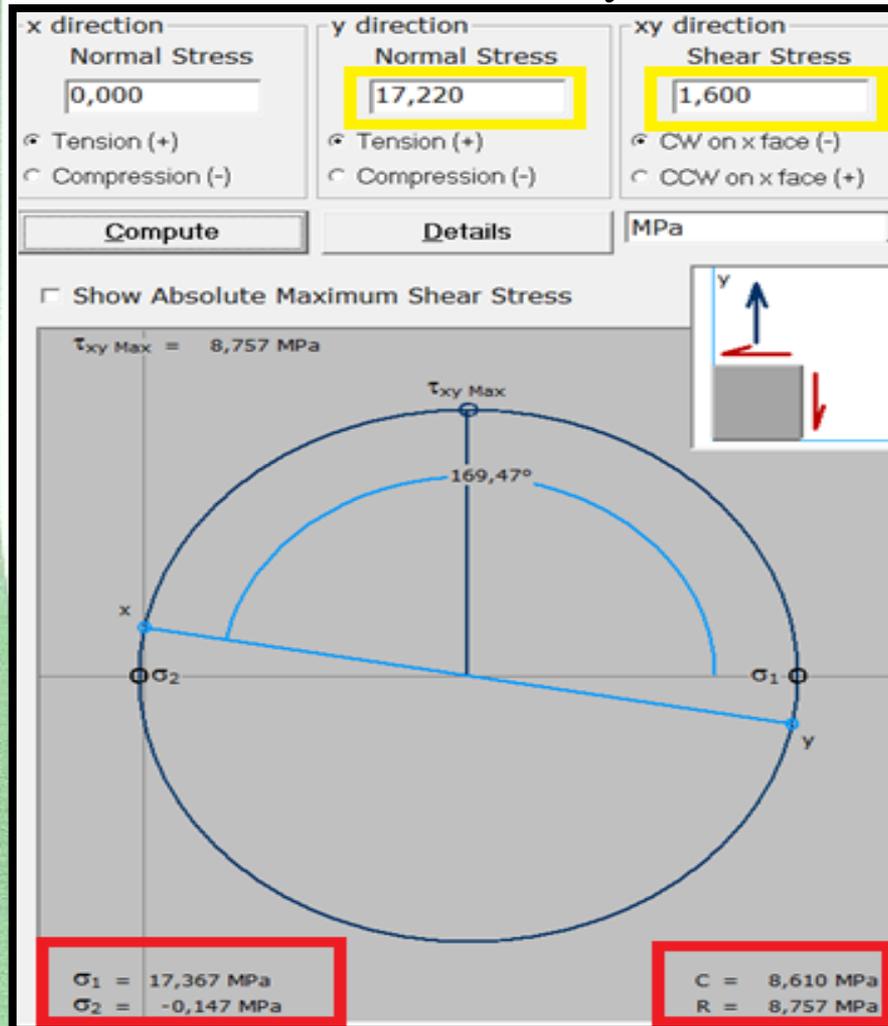
El esfuerzo cortante máximo viene dado por:

$$\tau_{cort} = \frac{R_x}{A}$$
$$\tau_{cort} = \frac{4414 \text{ N}}{2750 \text{ mm}^2} \cdot \frac{1000^2 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2}$$

$$\tau_{cort} = 1.60 \text{ MPa} = \tau_{xy}$$



Reemplazando estos valores en el círculo de Mohr, para el cálculo de esfuerzos combinados y se obtiene:



$$\sigma_1 = 17.367 \text{ MPa.}$$

$$\sigma_2 = -0,147 \text{ MPa.}$$

$$\tau_{max} = 8.757 \text{ MPa.}$$



Por lo tanto, el esfuerzo de Von Mises máximo que resiste el soporte de enganche de la acamadora viene dado por:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 + \sigma_2^2}$$
$$\sigma' = 17.44 \text{ MPa.}$$

El factor de seguridad mínimo para el soporte de enganche de la acamadora es:

$$FS = \frac{S_y}{\sigma'}$$
$$FS = \frac{205 \text{ MPa}}{17.44 \text{ MPa}}$$
$$FS = 11,75$$



Modelado de la placa de tiro utilizando el software ANSYS.

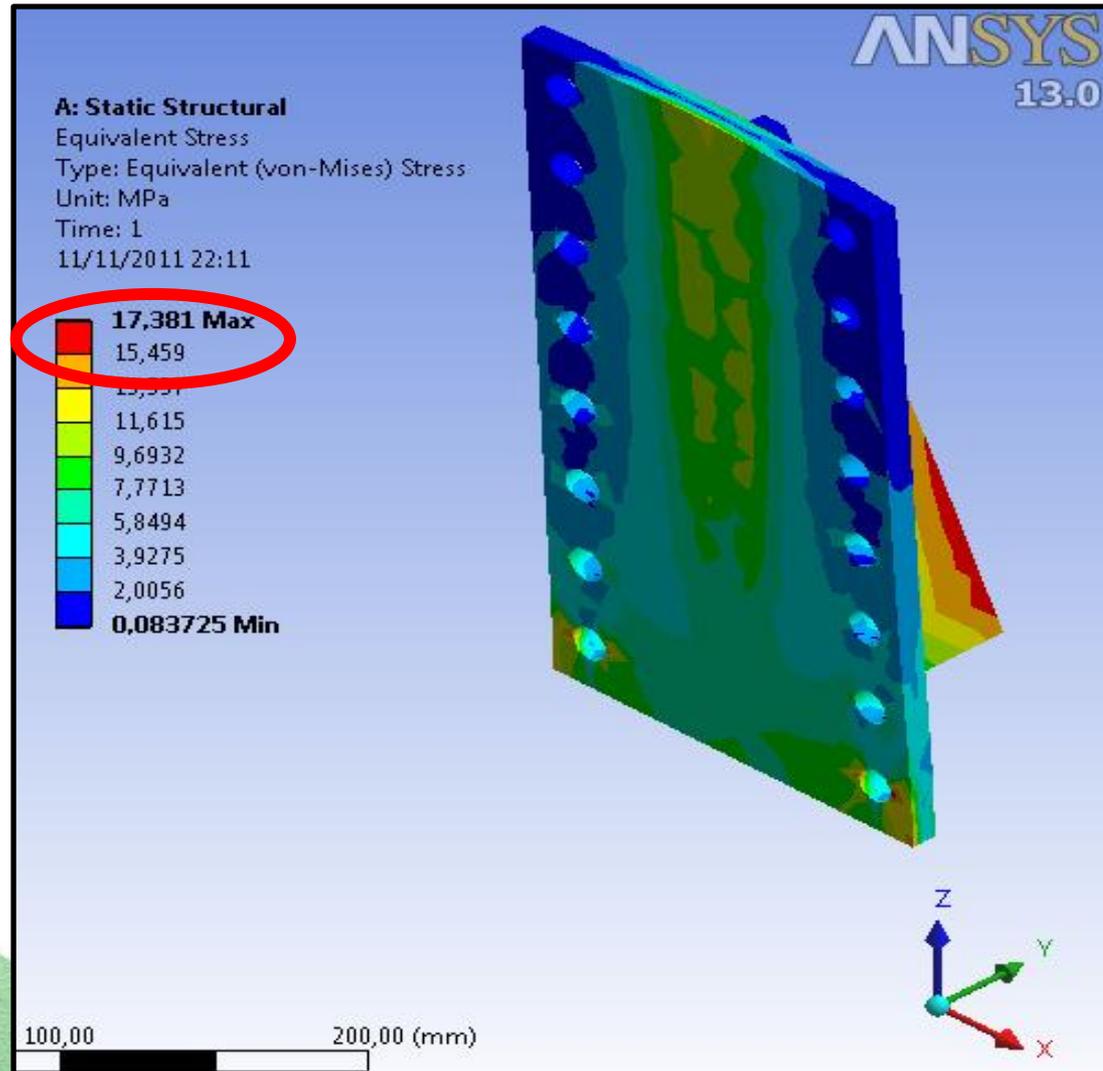




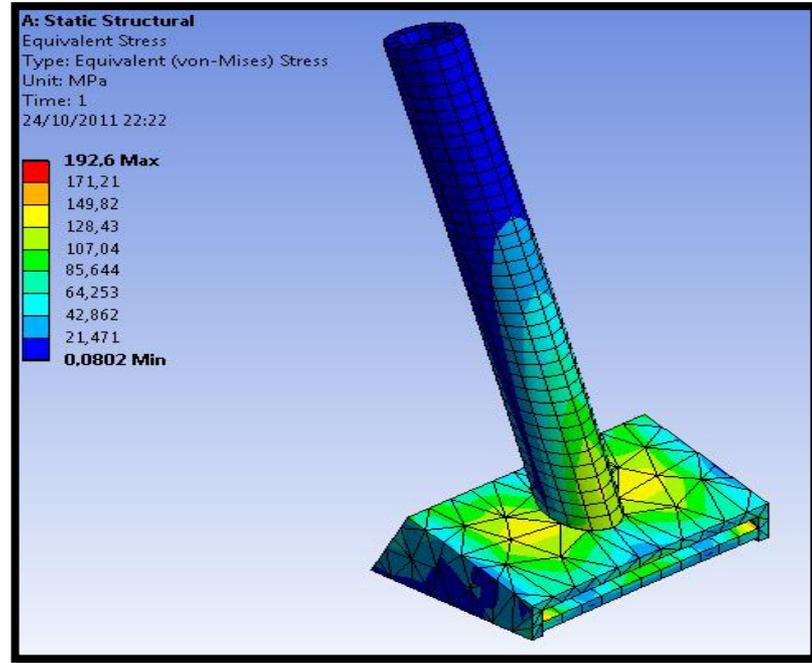
Tabla comparativa de los resultados obtenidos manualmente con los calculados con ANSYS.

	Max. Tensión (MPa)	Error Máx. Tensión (%)
Analítico	17,44	0
ANSYS	17,381	0,338

Basándonos en esta tabla, los valores obtenidos analíticamente y con el software ANSYS, son casi idénticos, por lo que hemos comprobado que el software es muy confiable para poder seguir utilizándolo en todas la piezas que conforman nuestra tesis, sin necesidad de realizar cálculos manuales.



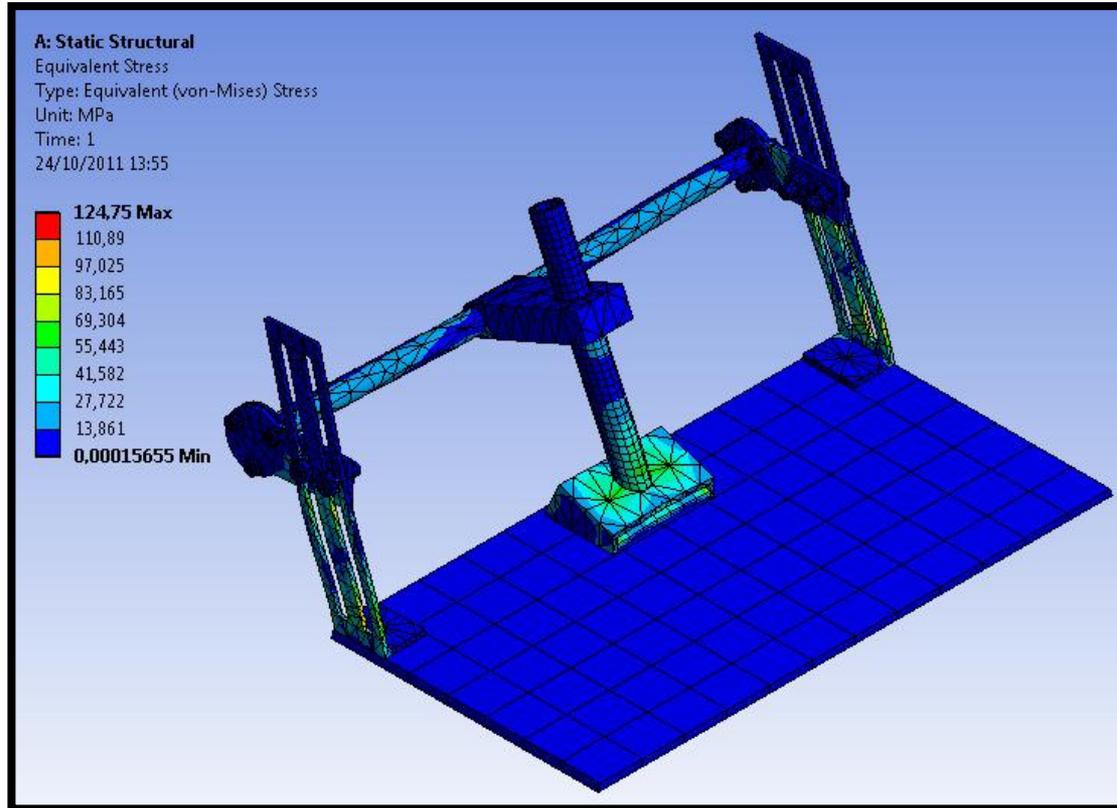
Modelado de la guía central de enganche de la acamadora.



Esfuerzo máximo= 192.6 Mpa.



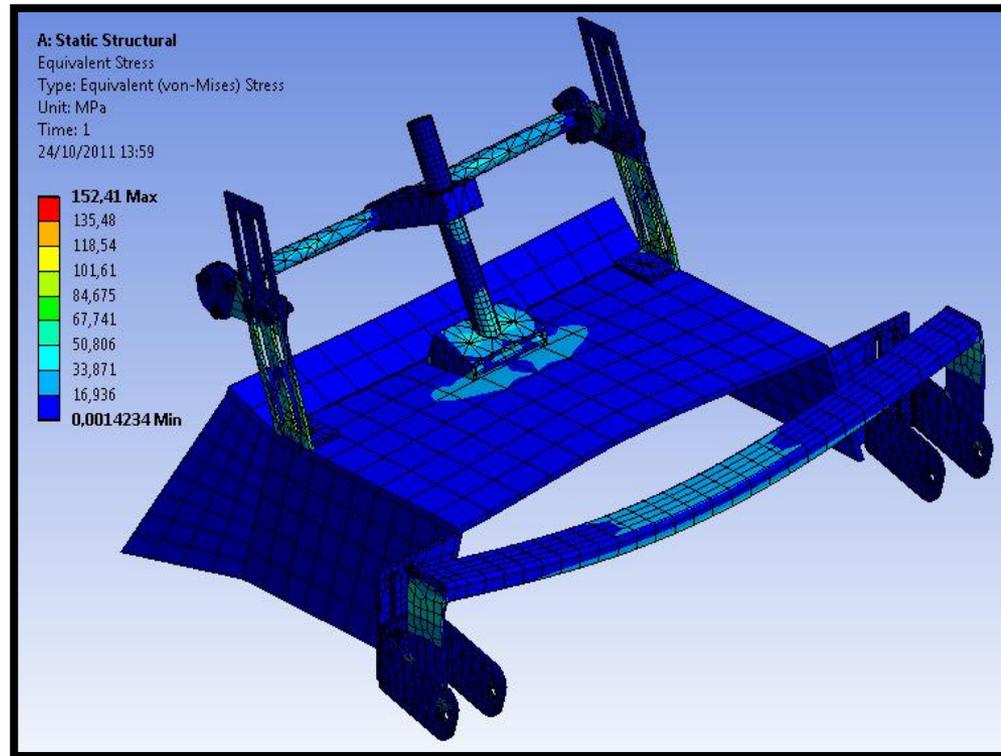
Modelado de la base de tiro junto con las guías laterales.



Esfuerzo máximo= 124.75 Mpa.



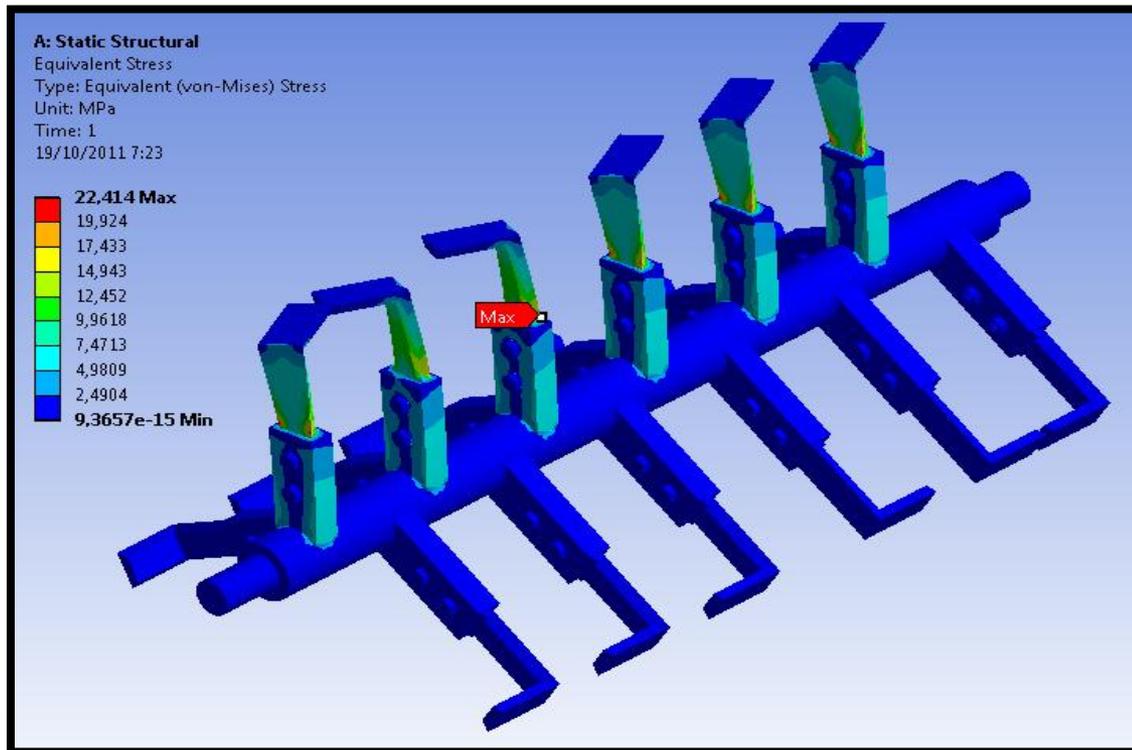
Modelado de la acamadora completa con la base de tiro y guías laterales.
Ahora procederemos a la simulación de toda la acamadora, añadiendo una fuerza de 890N en el soporte transversal la misma que representa el peso de una persona de 200 libras parada sobre él



Esfuerzo máximo= 152.41 Mpa.



Modelado del rotocultivador. Se aplicará una fuerza de 300N



Esfuerzo máximo= 22.414 Mpa.



DISEÑO Y SELECCIÓN DEL MOTOR

Parámetros de diseño:

Peso aproximado de la acamadora = 1350N (300lb.)

El peso de la acamadora que nos indica el programa es de aproximadamente 100 lb, pero le sumaremos el peso de una persona ya que al momento de trabajar en ciertas partes del terreno el operario puede subirse en el apero para mayor comodidad, el peso promedio de una persona es de 200 lb.

Ancho de cama = 75 cm.

Profundidad de cama = 20 cm.

Velocidad máxima de avance motocultor = 7.5 km/h = 2.0 m/s.



• **Potencia requerida por la herramienta de labranza (P_r).**

Es la potencia que la herramienta demanda a la barra de tiro del motocultor.

$$P_r = F * \vec{V}$$
$$P_r = 4414 \text{ N} * 2.0 \text{ m/s}$$
$$P_r = 8828 \text{ W} = 8.828 \text{ kW}$$

• **Fuerza de fricción**

Esta fuerza es la resistencia de frotamiento entre las partículas de suelo y el metal de la herramienta de labranza.

$$F_f = \mu_e * W$$
$$F_f = 0.4 * 1350 \text{ N}$$
$$F_f = 540 \text{ N}$$



• **Potencia de fricción (P_f)**

Es la potencia que se pierde en las operaciones de labranza debido a la fricción dinámica entre el suelo y el metal de la herramienta de labranza.

$$P_f = F_f * \vec{V}$$
$$P_f = 540 \text{ N} * 2.0 \text{ m/s}$$
$$P_f = 1080 \text{ W} = 1.08 \text{ kW}$$

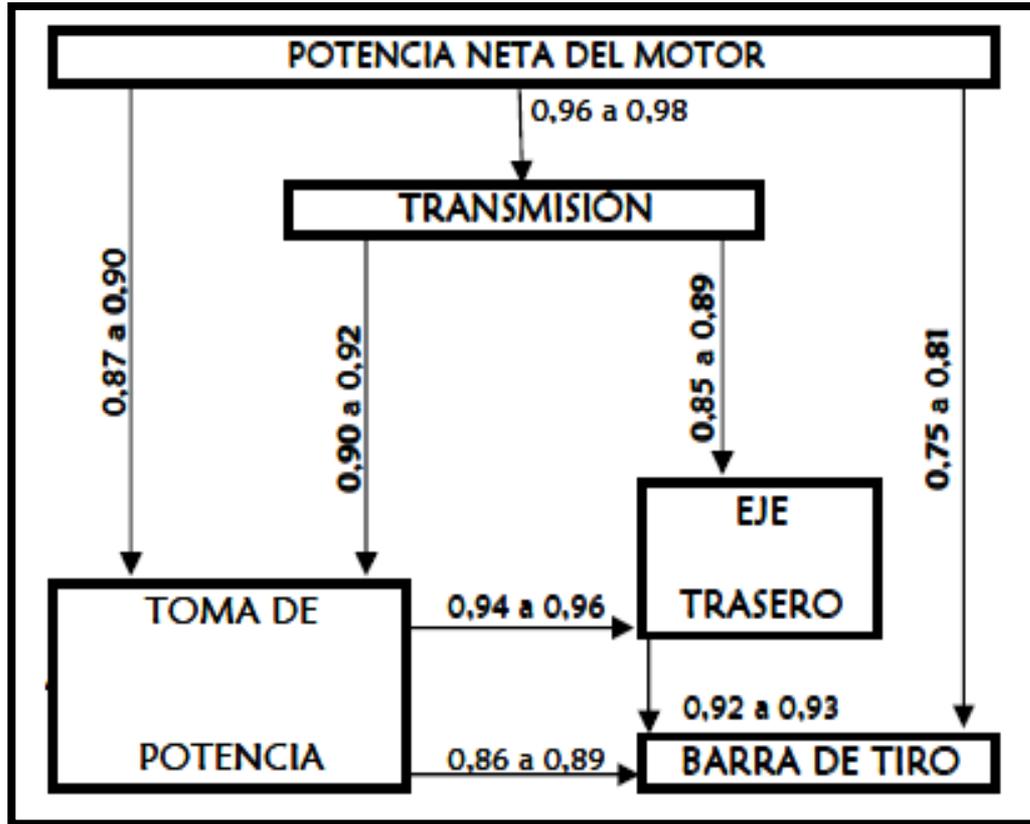
• **Potencia requerida a la barra de tiro del motocultor (P_{bdt}).**

Es la potencia que el implemento de labranza demanda de la barra de tiro del motocultor para poder realizar las camas de cultivo.

$$P_{bdt} = P_r + P_f$$
$$P_{bdt} = 8.828 \text{ kW} + 1.08 \text{ kW}$$
$$P_{bdt} = 9.9 \text{ kW}$$



Potencia disponible por el motocultor (P_D).





Potencia mínima requerida en el motor del motocultor (P_R)

Esta es la mínima potencia que se requiere que tenga el motocultor para que la herramienta de labranza pueda realizar sus labores y para éste caso en específico pueda realizar las camas de cultivo.

$$P_{motor} = \frac{P_{bdt}}{0.80}$$

$$P_{motor} = \frac{9.9 \text{ kW}}{0.80}$$

$$P_{motor} = 12.3 \text{ kW} = 16.5 \text{ hp}$$



SELECCIÓN DEL MOTOR

Características	Primera Opción	Segunda Opción	Tercera Opción
Modelo	S1100	AM300	JMT20
Marca	AMEC	Dong Feng	Lombardini
Potencia	16 HP	16 HP	16 HP
Combustible	Diesel	Diesel	Diesel
rpm	2200 rev/min	2200 rev/min	2200 rev/min
Procedencia	China	China	Italia
Stock de repuestos	Gran stock de repuestos y disponibilidad inmediata.	Gran stock de repuestos y disponibilidad en 30 días.	Gran stock de repuestos y disponibilidad inmediata.
Disponibilidad	Inmediata	Inmediata	20 a 30 días
Costo	1220 USD	1220 USD	6500 USD
Garantía	6 meses	3 meses	3 años



DISEÑO, SELECCIÓN Y MODELADO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

El sistema de transmisión de potencia desde el motor al clutch la realizaremos a través de bandas tipo “V”, la alta velocidad del motor hace que las transmisiones por banda sean ideales para la primera etapa de reducción.

Se aplican las transmisiones por bandas cuando las velocidades de rotación son altas, ya que para estas velocidades lineales, la transmisión por bandas dan como resultado una fuerza de tensión relativamente pequeña. Además poseen características como no necesitar lubricación y ser más silenciosas.



PARÁMETROS DE DISEÑO.

rpm del motor de combustión interna impulsor= 2200 rpm
(Datos de el motor seleccionado).

Potencia= 16 hp (Datos de el motor seleccionado).

Horas de trabajo= 7 horas diarias.

rpm a obtener= 1250 rpm (Velocidades de salida para
maquinas agrícolas menores a 20 hp).



Resumen del diseño de bandas.

Bandas = 3 Bandas.

Tipo de bandas= 3VX.

Longitud de cada banda= 95 plg.

Distancia entre centros de las poleas= 30.15 plg.

Diámetro de la polea del impulsor= 7.95 plg.

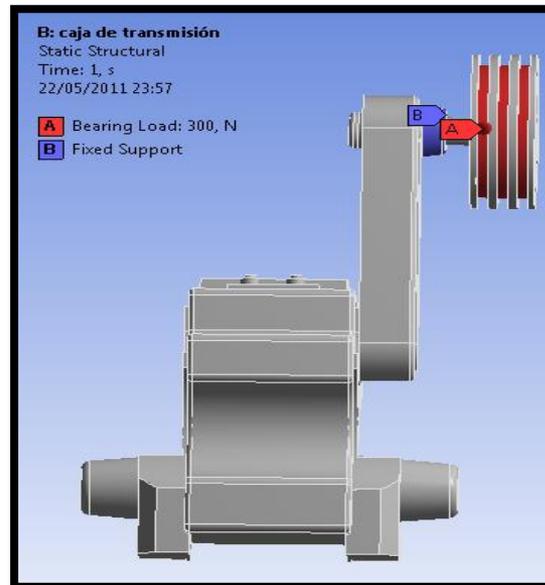
Diámetro de la parte impulsada= 13.95 plg.



Modelado del sistema de transmisión.

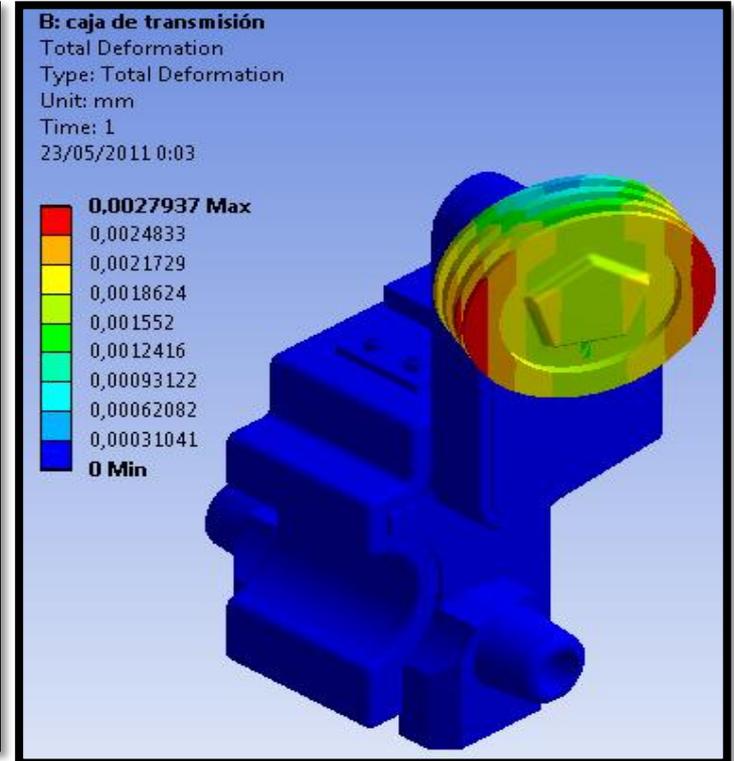
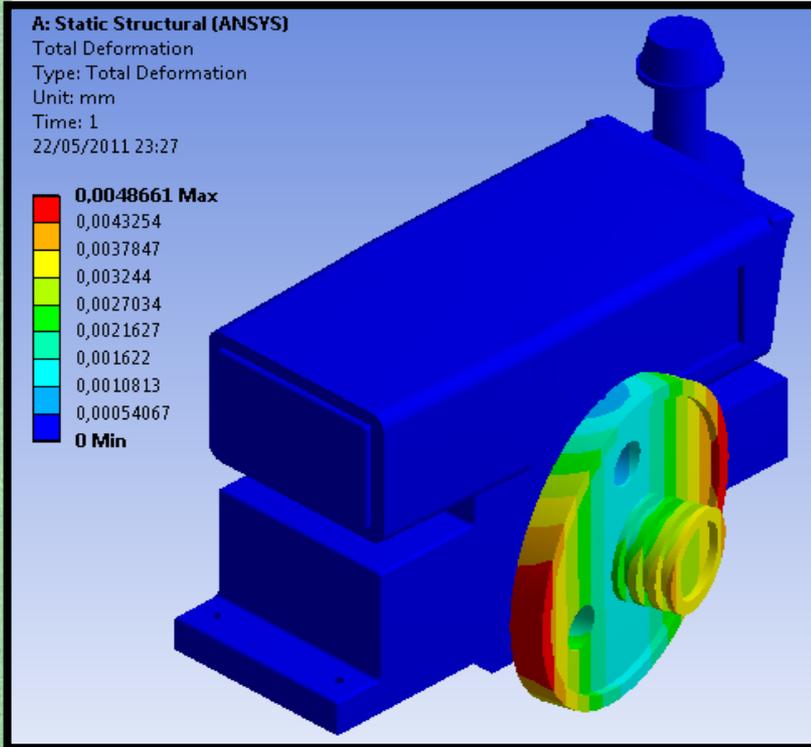
El objetivo es analizar que las poleas no deflecten más de 0,075mm al aplicar una carga de 100N en cada banda, cabe explicar que la fuerza de 100N no es la fuerza que produce cada banda, es la fuerza que se tiene sobre las bandas es decir sobre el lado flojo y tenso que se produce al realizar el montaje de las mismas, estos datos se basaron en el diseño de un impeller.

La fuerza total será de 300N al ser tres bandas que fueron diseñadas.





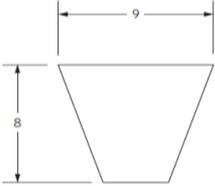
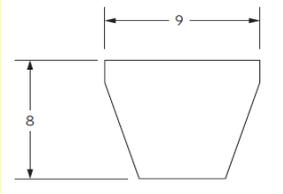
Deformación total de la polea impulsada e impulsadora.





Selección del sistema de transmisión.

Selección de bandas.

Características	Primera Opción	Segunda Opción
Tipo de banda	3VX	B74-1880(similar a las 3VX)
Marca	SKF	Chang Zhou
Distancia entre centros de las poleas.	30 Pulgadas	26.38 Pulgadas
Diámetro de la polea impulsora a usarse.	7.90 Pulgadas	7.12 Pulgadas
Diámetro de la polea impulsada a usarse.	13.00 Pulgadas	9.05 Pulgadas
Longitud de la banda	95 Pulgadas	85 Pulgadas
Velocidad angular máxima que soportan las poleas.	3000 rpm	3000rpm
Dimensiones en mm		
Precio por unidad	18 USD	8 USD
Disponibilidad	2 semanas a partir del pago	Inmediata



Selección de las poleas.

Características	Primera Opción	Segunda Opción
Tipo de polea	Polea de tres canales	Polea de tres canales
Marca	Ecuapolea	ZAR
Diámetro de la polea impulsadora	7.90 Pulgadas	7.90 Pulgadas
Diámetro de la polea impulsada	13.00 Pulgadas	13.00 Pulgadas
Material	Acero A36	No especificado
Costo en dólares	Polea impulsadora: 17 Polea impulsada: 23	Polea impulsadora: 19 Polea impulsada: 26
Disponibilidad	Inmediata	Inmediata



DISEÑO, SELECCIÓN Y MODELADO DEL SISTEMA DE TRACCIÓN.

•Índice de carga.

El índice de carga señala la carga que puede soportar la cubierta sin reventarse. En nuestro caso un motocultor de 16 hp pesa no más de 500 kg. Esto quiere decir que necesitamos un índice de carga de **84**.

•Referencia de utilización.

Nuestra referencia será * ya que se utilizara en suelo suelto y cuya presión será de 1.6 como lo indica la tabla 3.3.

•Banda de rodaje

Es el relieve o dibujo que tiene la cubierta del neumático.

La garra adecuada será la **R-1** ya que usaremos nuestra máquina en varios tipos de terreno, además de que necesitamos neumáticos con características promedio en cuanto a tracción y vida útil.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

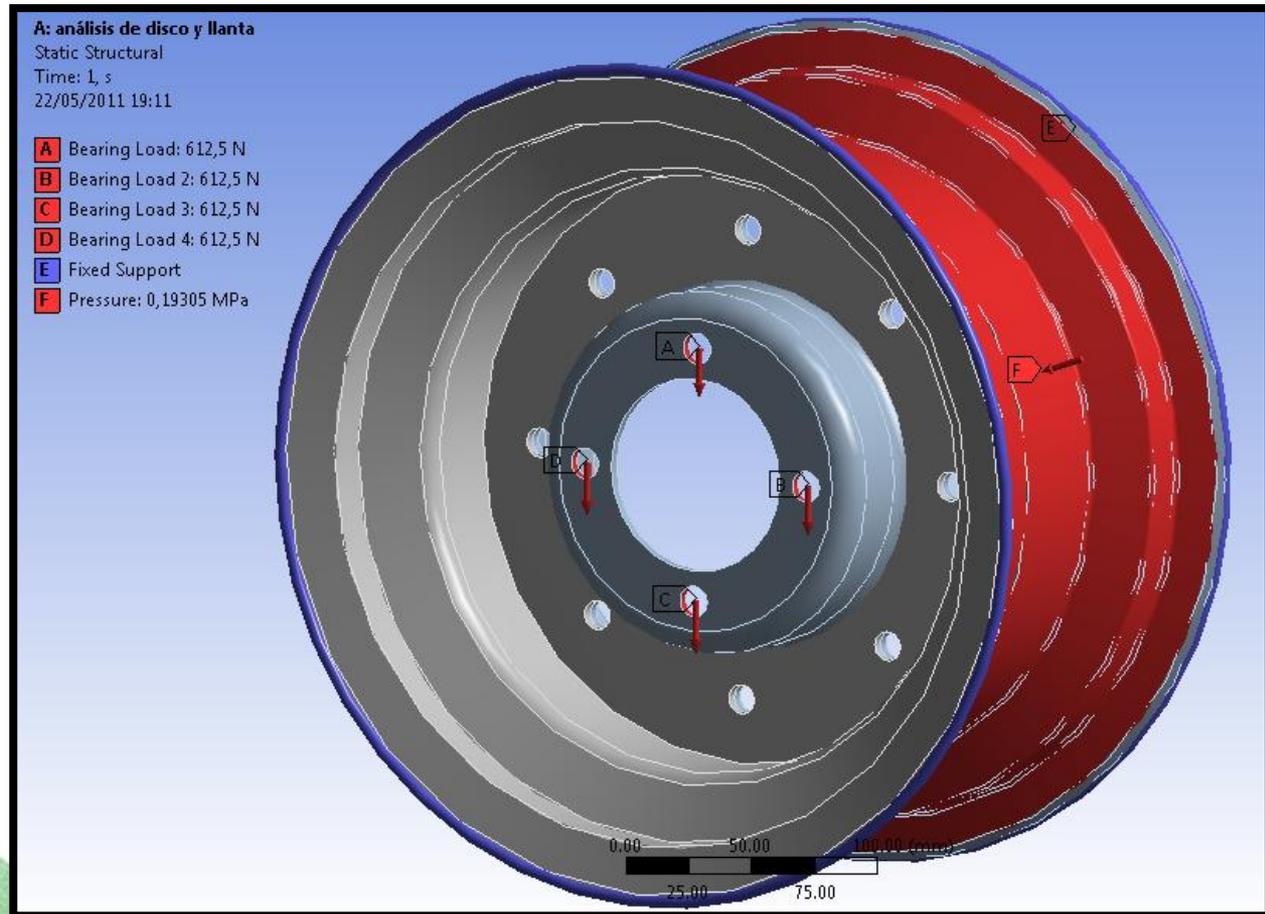
Modelado

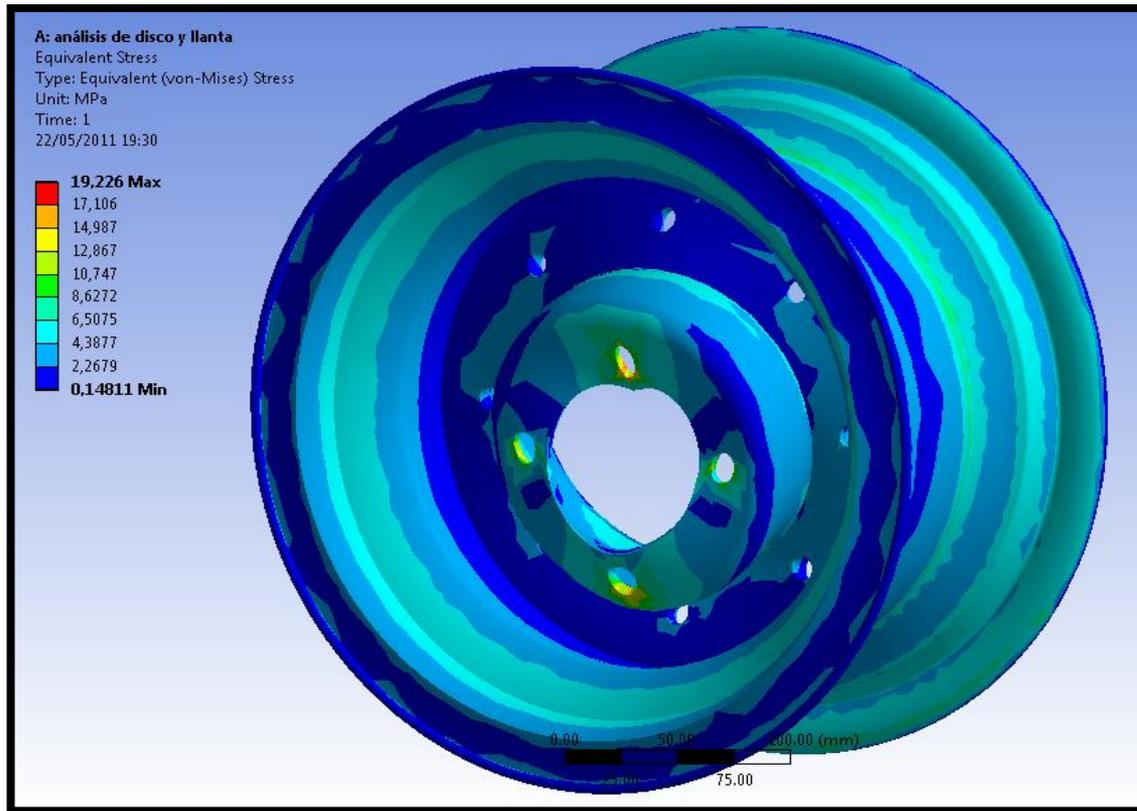
En base al diseño del punto anterior se ha dibujado la rueda con garra tipo R-1





Modelado del conjunto llanta-disco





Esfuerzo máximo = 19.226 Mpa.



Selección:

Características	Primera Opción	Segunda Opción
Tipo de labrado de la cubierta	R-1	R-1
Marca	Garlisle	Campeón
Modelo	70-343	Pantanera
Carga máxima	500 kg.	500 Kg
Atm de presión	250 Kpa.	250 Kpa.
Costo unitario	115 USD	120 USD
Disponibilidad	Inmediata	Inmediata
Cámara incluida	NO	SI
Figura		

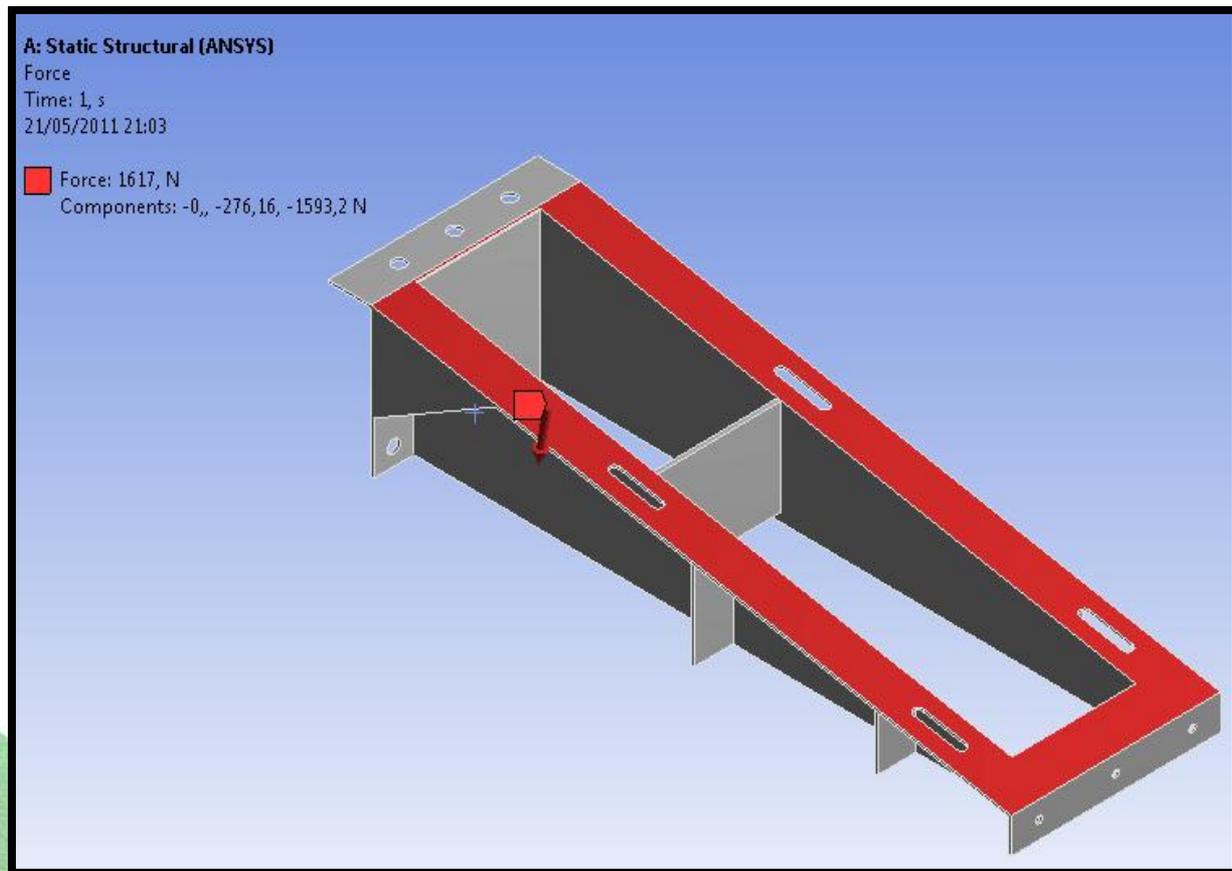


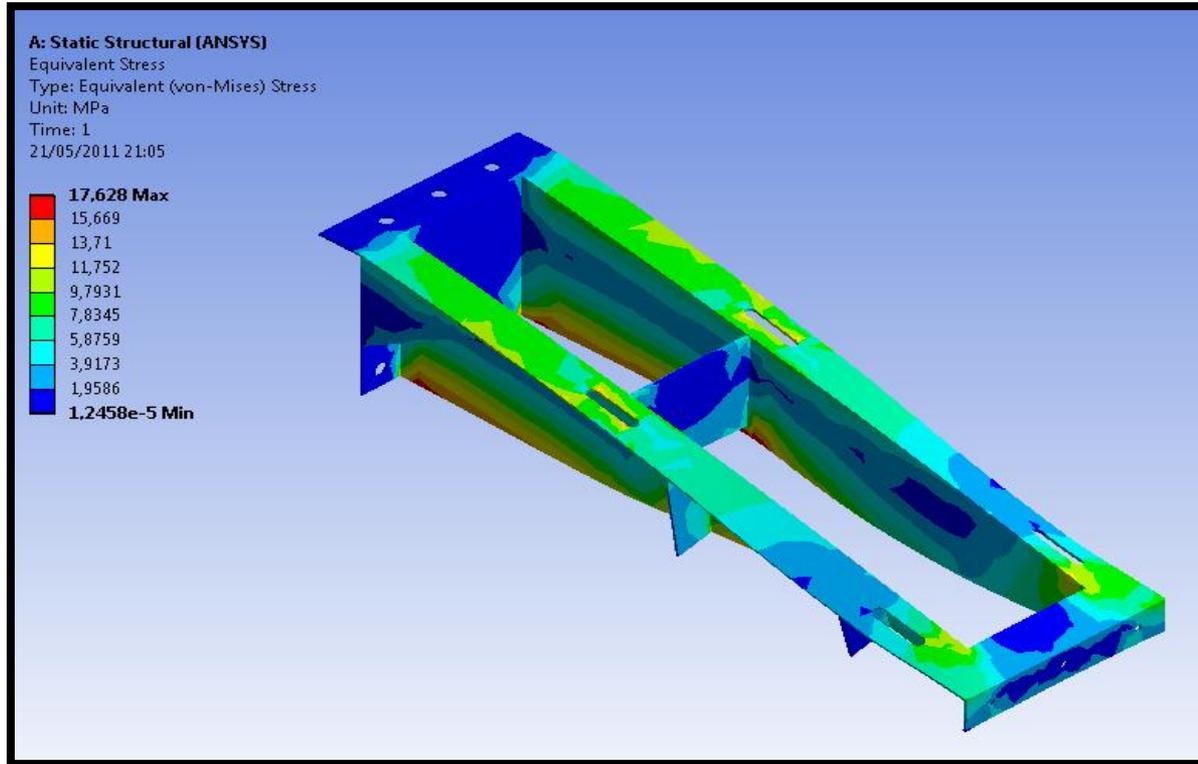
ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

DISEÑO, SELECCIÓN Y MODELADO DEL BASTIDOR.

La fuerza aplicada para el análisis será de 1617N la cual deriva del peso del motor el mismo que es de 165 kg



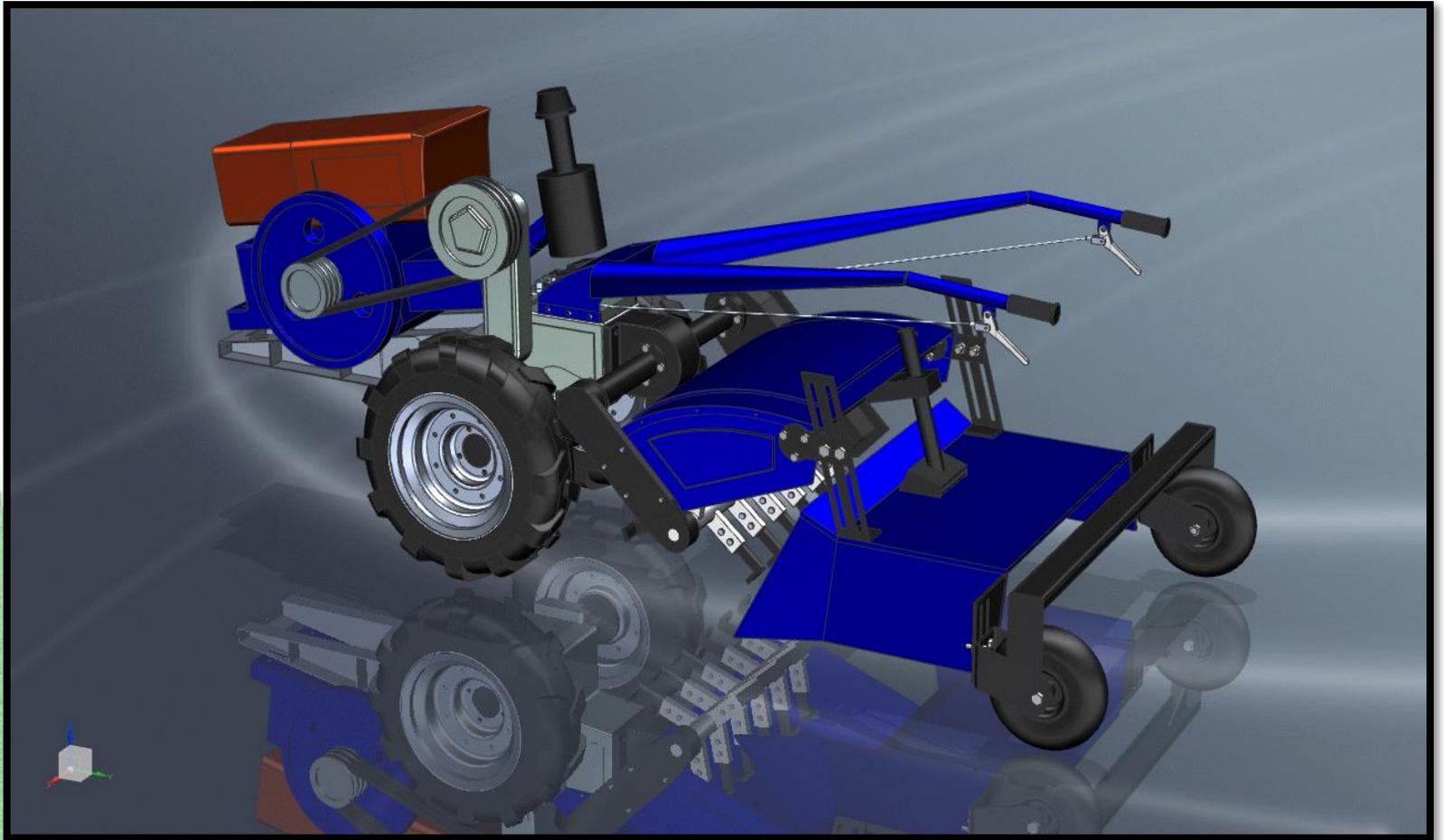


Esfuerzo máximo = 17.628 Mpa.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

ENSAMBLE TOTAL DEL MOTOCULTOR





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE TOTAL DEL MOTOCULTOR.





PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

• PRUEBAS DE RENDIMIENTO DE LA MÁQUINA.

$$\eta_e = \frac{A_t * \vec{V} * \eta_{tc}}{10}$$

Donde:

η_E = Rendimiento efectivo de campo en hectáreas por hora

A_t = Ancho de trabajo en metros (ancho de la cama de cultivo) = 0.75 m

\vec{V} = Velocidad de avance del motocultor en km/h (ecuación 5.2).

η_{tc} = eficiencia de trabajo en campo (Tabla 3.7) = 80 %
(se toma un valor promedio).



Cálculo de la velocidad:

Tiempo

Número de Prueba	Tiempo (Segundos)	Distancia recorrida (Metros)
1	20.3	24
2	20.4	24
3	20.5	24
4	22.1	24
Tiempo promedio	20.8	

$$V = \frac{0.024}{0.0057}$$

$$V = 4.21 \text{ km/h}$$



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Rendimiento de la máquina

$$\eta_e = \frac{0.75 * \overrightarrow{4.21} * 0.8}{10}$$

$$\eta_e = 0.25 \text{ H/h}$$



• **Rendimiento de combustible.**

4.41 Gl diesel — — — — — 12 horas

) (Gl diesel — — — — — 1 hora

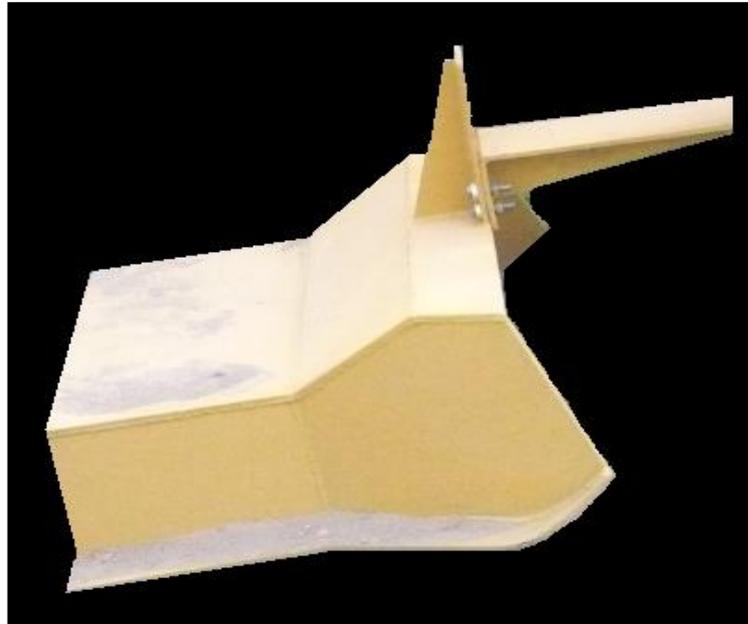
) (= 0.37 Gl/hora aproximadamente



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

- **PRUEBAS DEL DESEMPEÑO DE LOS APEROS.**

Primer apero construido.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Resultados del primer apero construido.





Características de los resultados obtenidos con el primer apero construido.

Características	Resultado	Evaluación sobre 10 puntos	Aprueba Si/No
Velocidad del motocultor	5 km/h	10	Si
Facilidad de conducción	Problemas graves al curvar	4	No
Ancho de la cama de cultivo	0.75 m	10	Si
Altura de la cama de cultivo	0.09 m	2	No
Forma de la cama de cultivo	Extremadamente irregular	3	No
Estética de la cama de cultivo	Inadecuada	2	No
Conclusión de los resultados.	Los resultados obtenidos no son aptos para la siembra de ninguna clase de planta.		



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

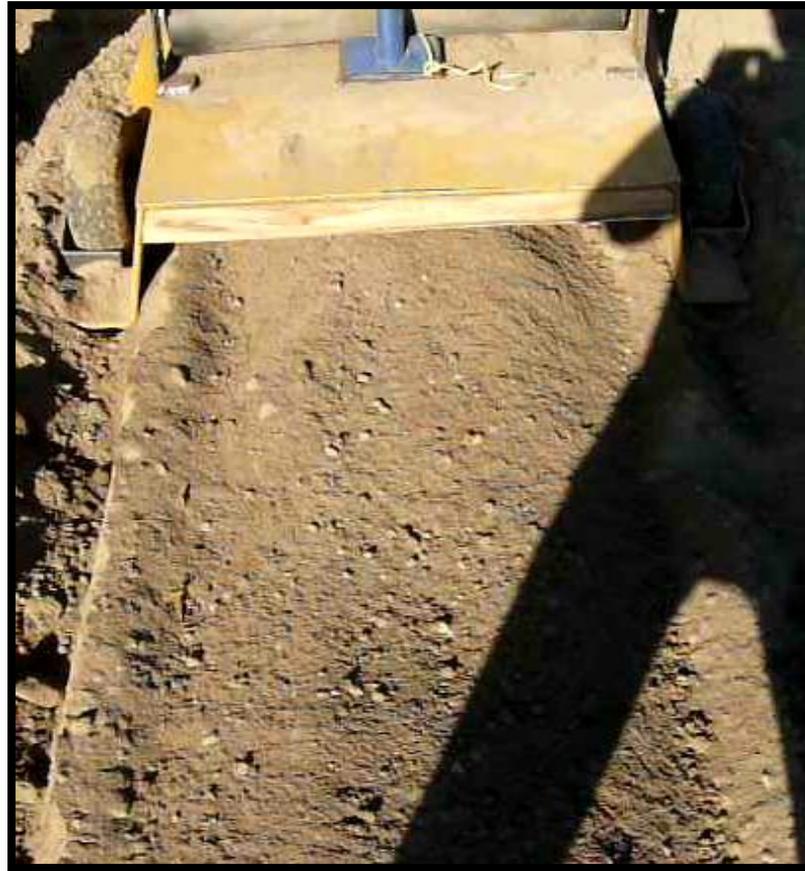
Segundo apero construido.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Resultados del segundo aforo construido.





Características de los resultados obtenidos con el segundo apero construido.

Características	Resultado	Evaluación sobre 10 puntos	Aprueba Si/No
Velocidad del motocultor	7 km/h	10	Si
Facilidad de conducción	Problemas leves al curvar	8	Si
Ancho de la cama de cultivo	0.75 m	10	Si
Altura de la cama de cultivo	0.15 m	6	No
Forma de la cama de cultivo	Regular (rectangular)	10	Si
Estética de la cama de cultivo	Aceptable	8	Si
Conclusión de los resultados.	Los resultados obtenidos son aptos solo para pocos cultivos que no requieran profundidad, pero no cumple los objetivos del presente proyecto.		



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Tercer apero construido.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Resultados del tercer apero construido.





Características de los resultados obtenidos con el tercer apero construido.

Características	Resultado	Evaluación sobre 10 puntos	Aprueba Si/No
Velocidad del motocultor	4.21 km/h	10	Si
Facilidad de conducción	Problemas leves al curvar	8	Si
Ancho de la cama de cultivo	0.75 m	10	Si
Altura de la cama de cultivo	0.20 m	10	Si
Forma de la cama de cultivo	Regular (rectangular)	10	Si
Estética de la cama de cultivo	Adecuada	10	Si
Conclusión de los resultados.	Los resultados obtenidos son aptos para la siembra de cualquier tipo de planta debido a las cualidades de altura y ancho de la cama de cultivo.		



- **Desempeño del rotocultivador.**

Profundidad de labranza.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Comportamiento de la disposición de las cuchillas.





ANÁLISIS DE RESULTADOS.

a. Altura de las camas de cultivo.- La altura obtenida en las camas realizadas con nuestro proyecto, ha sido de 0.20 metros.

Análisis.- La altura obtenida es idónea para cualquier tipo de cultivo ya que una raíz necesita un espacio de al menos 0.15 metros para germinar sin problemas.

b. Ancho.- El ancho obtenido en las camas de cultivo realizadas con nuestro proyecto, ha sido de 0.75 a 0.80 metros.

Análisis.- El ancho obtenido cumple las características idóneas de una cama de cultivo estándar para aprovechar al máximo las ventajas que estas brindan, esta información fue citada en el capítulo 2 punto 2.1.5.

c. Compactación de las camas de cultivo.- La compactación de nuestras camas, tratándose de un suelo arenoso, es “suelta”, ya que al tomar un puñado de tierra de adentro de la cama esté se desmorona fácilmente en nuestras manos.

Análisis.- Citando las palabras de el Ingeniero Agrónomo Carlos Yanes encargado del área de cultivos del INIAP procederemos con nuestro análisis “La compactación óptima de un surco, cama o caballón, debe ser suelta para que la planta pueda desplegar su raíz con facilidad y no ahogarse, esto se puede comprobar tomando un puñado de tierra del surco formado y este debe desmoronarse de forma fácil en nuestras manos”, de acuerdo a estas palabras la compactación de nuestras camas es excelente ya que van a permitir la germinación de las raíces de forma fácil evitando su ahogamiento.



ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

d. Canales de agua de las camas de cultivo.- Los canales de agua de nuestras camas fueron de 18 cm aproximadamente y de contextura compacta.

Análisis.- Las características de los canales de agua obtenidos, son aptos para que el agua recorra por ellos con facilidad y la contextura compacta (figura 5.15) evita que el agua se filtre demasiado hacia abajo, estas características coinciden con la información recopilada en el capítulo 2 punto 2.1.5.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

DESGASTE DEL APERO



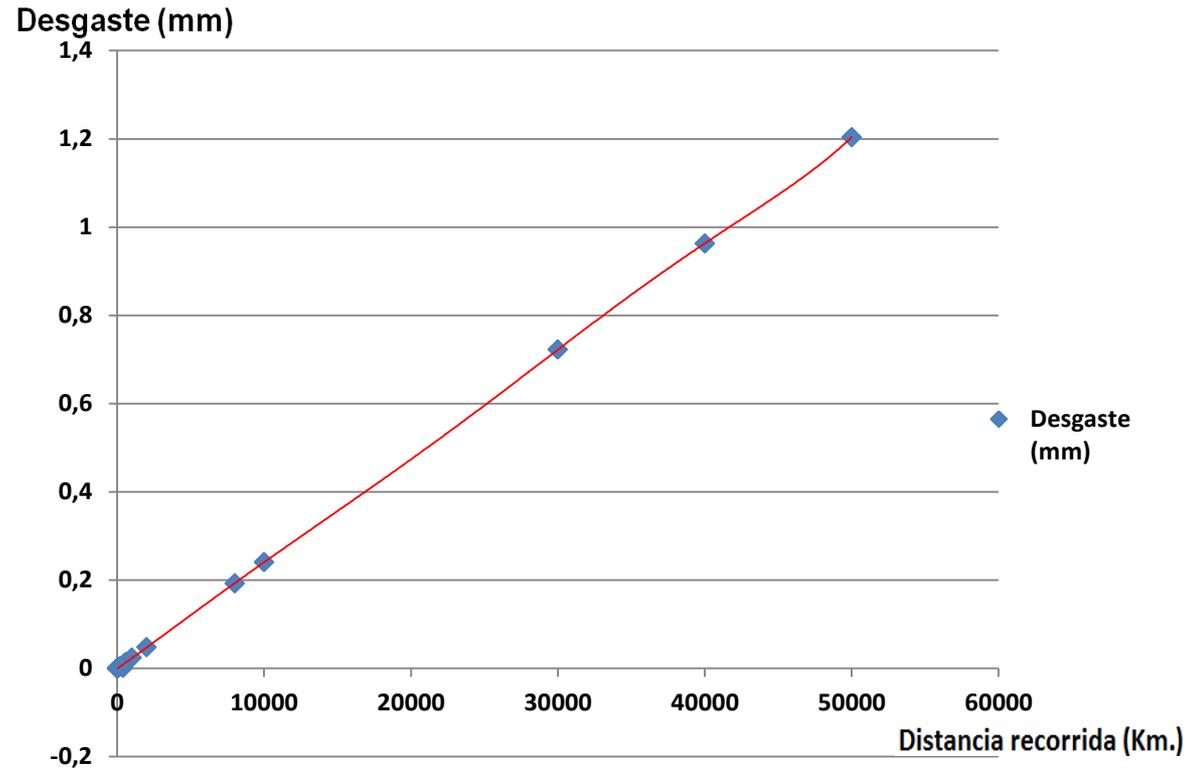


A continuación mostramos un gráfico con líneas de tendencia del grado de desgaste versus la distancia recorrida del apero, para esto tomamos en cuenta que al usarse 12 horas se recorrió 830,77 m aproximadamente, y las 4 capas de pintura de la acamadora que en los sectores más afectados desapareció, cada capa de pintura tiene un espesor de 25 micras* que es igual a 25×10^{-9} cm, aumentaremos 100 micras más ya que el acero también se desgastó un poco, y al no disponer de un aparato para medir el desgaste exacto en micras consideraremos a nuestro criterio dicho valor.

* Información de características de pintura sintética de la empresa Autoforesis



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



Cuando el apero recorra 50000 Km habrá un desgaste de 1.2mm aproximadamente, sabiendo esto, y que la acamadora está construida con acero de 10 mm de espesor, la vida útil hasta llegar a un espesor de 4 mm en el cual ya comenzará a pandearse la estructura será de **25000 Km aproximadamente.**



ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.

A continuación mostraremos los gastos mensuales con ocho horas diarias de trabajo en días laborables, que se realizan en forma manual

Costo de los bueyes y aperos.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Bueyes	1200.00	2400.00
1	Arado de reja	100.00	100.00
TOTAL			2500.00



Costo mensual del mantenimiento de los bueyes, sueldos de trabajadores y mantenimiento de aperos para la preparación de camas de cultivo.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	Sueldo del trabajador	180.00	540.00
2	Comida del buey	30.00	60.00
2	Vacunas, veterinario, imprevistos de los bueyes	20.00	20.00
TOTAL			620.00



A continuación mostraremos los gastos mensuales con ocho horas diarias de trabajo en días laborables, que se realizan con nuestro motocultor.

Gastos del motocultor y aperos para la preparación de camas de cultivo.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Motocultor	1500.00	1500.00
1	Rotocultivador	500.00	500.00
1	Acamadora	500.00	500.00
1	Litro de pintura Sintética	20.00	20.00
1	Mano de obra para la camadora	100.00	100.00
1	Gastos varios (transporte, comida, imprevistos)	50.00	50.00
TOTAL			2670.00



Gastos mensuales del mantenimiento del motocultor y pago de trabajadores para la elaboración de camas de cultivo.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Aceite del motor	12.00	12.00
160	Horas*Consumo de diesel	0.38	60.80
1	Operario	180.00	180.00
1	Libra de grasa pesada	3.00	3.00
1	Imprevistos (aceite de transmisión, pernos, etc.)	30.00	30.00
TOTAL			285.80



Cálculo del costo beneficio.

$$\textit{Relación costo beneficio} = \frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}}$$

$$\textit{Beneficios} = 620 - 285.80$$

$$\textit{Beneficios} = 334.20$$

$$\textit{Costos} = 285.80$$

$$\textit{Relación costo beneficio} = \frac{334.20}{285.80}$$

$$\textit{Relación costo beneficio} = 1.16$$



Tabla de amortización mensual.

Numero de Mes	Saldo Capital	Capital
1	2670.00	334.20
2	2335.80	334.20
3	2001.60	334.20
4	1667.40	334.20
5	1333.20	334.20
6	999.00	334.20
7	668.80	334.20
8	330.60	334.20
9	0.00	337.80

PAYBACK = 8 meses y 29 días



CONCLUSIONES.

- Se diseñó, modeló y construyó un apero capaz de realizar camas de cultivo de veinte centímetros de alto y setenta y cinco centímetros de ancho.
- Se diseño, modeló y seleccionó un motocultor con la potencia capaz de arrastrar el apero formador de camas de cultivo.
- Se diseñó, modeló y seleccionó un rotocultivador capaz de aflojar la tierra delante de la acamadora para facilitar el laboreo de camas de cultivo.
- Se diseñó, modeló y construyó un sistema capaz variar la altura de las camas según las necesidades del agricultor de cinco a veinte centímetros.
- Se diseñó, modeló y construyó un sistema mediante ruedas para poder formar canales de forma compacta por donde pasará el agua.
- Los canales de agua realizados por nuestro apero fueron de dieciocho centímetros de ancho.
- Las características compactas de los canales de agua evitan que el agua se filtre en demasiadas cantidades hacia abajo del mismo, permitiendo la filtración hacia las camas.
- La característica principal de la cama de cultivo formada por nuestro motocultor es que tiene una compactación “suelta” capaz de permitir el crecimiento libre de la raíz, evitando su ahogamiento y facilitando la filtración de agua por las paredes de la misma.
- La regularidad o irregularidad de las camas de cultivo realizadas por nuestro motocultor, depende de la preparación previa que se le dé al terreno, ya sea con arado de disco o arado de rastra.
- La preparación previa del terreno con arado de disco antes del laboreo de las camas de cultivo con nuestro motocultor, provoca pequeños desbalances en el mismo, causando problemas de conducción y por lo tanto formas irregulares en las camas.
- La preparación previa del terreno con arado de rastra no muy profunda, facilita la conducción del motocultor al realizar las camas, mejorando la estética de las mismas y optimizando el tiempo del laboreo.
- El motocultor, rotocultivador y acamadora pueden trabajar con una eficiencia de 0.25 hectáreas en una hora.
- El consumo de diesel del motocultor por cada hora es de 0.37 galones.
- Si sacamos las bandas de transmisión del motocultor, el motor se puede utilizar para otras aplicaciones tales como bombas de agua, molinos, etc.
- La vida útil del apero es de 250000 kilómetros aproximadamente.



RECOMENDACIONES.

- Realizar una preparación previa del terreno utilizando únicamente el arado de rastra para mejorar la conducción del motocultor al realizar el laboreo de las camas de cultivo.
- No sobrepasar los diez kilómetros por hora el momento del laboreo para evitar daños en los aperos y alargar su vida útil.
- No tocar o acercarse al rotocultivador cuando esté en movimiento.
- No dejar el motocultor en neutro cuando éste se encuentre en pendientes.
- Tener siempre a la mano las herramientas necesarias para aflojar o ajustar los pernos destinados a la regulación de altura de las camas de cultivo.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN