

# DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SEMBRADORA DE MAÍZ Y UN SISTEMA DE RIEGO A SER IMPLEMENTADO EN EL PROTOTIPO DE TRACTOR AGRÍCOLA MONOPLAZA A DIÉSEL

*Oscar Arteaga, Mauricio Cruz, Jaime Manosalvas, Javier Solís*

*Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército  
Extensión Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.*

*e-mail: andres.mf.1112@hotmail.es*

*, jsms@hotmail.es*

## **RESUMEN**

El proyecto tiene como objetivo realizar un proceso de sembrado del maíz con una cantidad de semilla y distancia exacta, además tratar de modelar al fenómeno de la lluvia, por medio de un sistema de riego por aspersión, los mismos que han sido instalados en un prototipo de tractor agrícola monoplaza a diésel.

## **ABSTRACT**

The project aims to carry out a process of corn sown seed amount and exact distance, and try to model the phenomenon of rain, by a sprinkler system, the same that have been installed in a prototype agricultural tractor diesel car.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Dentro de la tecnología actual mundial se ven los avances acelerados debido a la investigación e interés en la necesidad de facilitar el desarrollo de la vida conjuntamente con el ahorro de recursos y generación de mayores bienes económicos.

En Cotopaxi, se ha podido observar, que el agricultor es de escasos recursos y un

amplio porcentaje se dedica a la agricultura utilizando herramientas artesanales, careciendo de tecnología que le permita optimizar el tiempo, haciendo mejor uso de los recursos y aumentar la productividad, siendo así, se considera prioritario la búsqueda de soluciones que faciliten estas necesidades, proporcionando seguridad y comodidad al operador.

Los fenómenos naturales, la falta de tecnología, la baja demanda del mercado internacional, la desocupación y la pobreza golpea severamente a las familias de bajos recursos, obligando al abandono de sus tierras con la migración a las grandes ciudades y dejando a muchas áreas aptas para la agricultura sin producir, desabasteciendo de mano de obra para el trabajo de la tierra como eran sus costumbres ancestrales aumentando así la pobreza y más aún que las personas que han continuado cultivando esas tierras, son las personas mayores que no poseen las fuerzas necesarias para el cultivo manual y peor aún el de disponer de equipos que ayuden con sus labores agrícolas, dando lugar a la deficiente producción agropecuaria.

## II. DISEÑO DE LAS HERRAMIENTAS

### SEMBRADORA DE MAÍZ

El cultivo del maíz es uno de los más diversificados en el mundo y ocupado tanto para la alimentación humana como en la alimentación de animales de todo tipo desde aves hasta vacunos de carne o leche, se encuentra a nivel mundial después del trigo y el arroz que cobra gran importancia en la alimentación tanto humana como animal. Se ha cultivado desde antiguas culturas centroamericanas es conocido el uso que le dieron los mayas a terrenos boscosos que transformaron en cultivables para sembrar maíz que era su principal fuente de alimentación.

En la sembradora de maíz se realizará un modelado por medio del software Autodesk Inventor 2013, en el mismo que se aplicarán fuerzas de distintas magnitudes para así comprobar su material de construcción.

La tensión de Von Mises es importante para verificar que el elemento resiste las cargas a las cuales está sometido. Para un correcto diseño el resultado obtenido en el programa de la tensión de Von Mises debe ser menor que el límite de fluencia del material. También es importante observar el factor de seguridad y el desplazamiento que sufre el material.

### Profundidad de Sembrado

Para sembrar se utilizará un abre surco de dos discos, la profundidad del surco debe ser 2 a 4 cm para que exista una buena germinación y que todas las plantas

broten al mismo tiempo. Para este diseño se tomará una profundidad de 4 cm.

### Distancia entre semillas

La distancia de siembra entre semillas recomendada es: entre semillas de 10 a 15 cm y de 75 a 120 cm de un surco a otro.

### Diseño del dosificador neumático

El dosificador de semilla tiene una forma y características de operación específicas que responden básicamente a la función de sembrado. Consiste en un electro ventilador (depresor) que es alimentado por el tractor, este crea un vacío.

### Diseño del disco de alveolos

Para determinar el número de alveolos en la placa podemos hacer una estimación de acuerdo a la población que se desea obtener, a la distancia entre plantas y surcos utilizada en el cultivo.

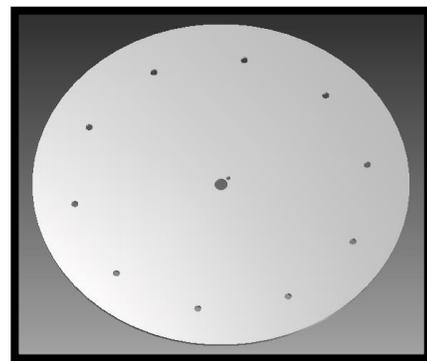


Figura 1. Disco de alveolos

La dosis de siembra está relacionada con el índice de transmisión y el número de alvéolos en la placa.

## Diseño de la tolva

La tolva es el elemento mecánico donde se inicia la distribución, es decir recibe las semillas que posteriormente serán entregadas al disco de alveolos.

La tolva tendrá una forma de pirámide trunca invertida debido a que la superficie de carga debe ser mayor a la superficie de descarga.

Se tomara en cuenta la densidad de las plantas por hectárea para definir el volumen de la tolva.

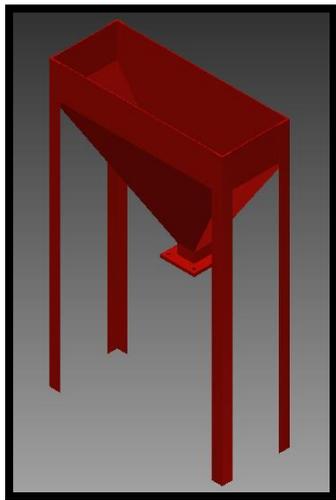


Figura 2. Modelado de la tolva

La carga aplicada a la tolva es de 40 Kgf. Está construida en material ASTM A-36 con un espesor de dos milímetros, sus bases son en perfil ángulo de  $1\frac{1}{4} \times 2$  en acero ASTM A-36. Los resultados de análisis se muestran en las figuras.

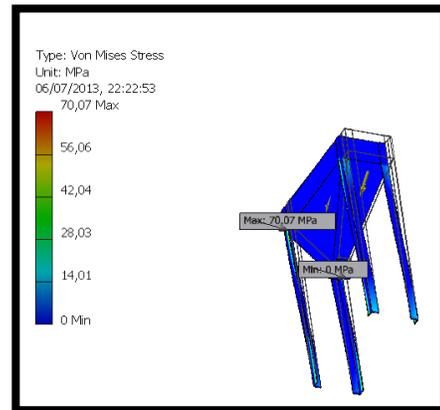


Figura 3. Tensión Von Mises

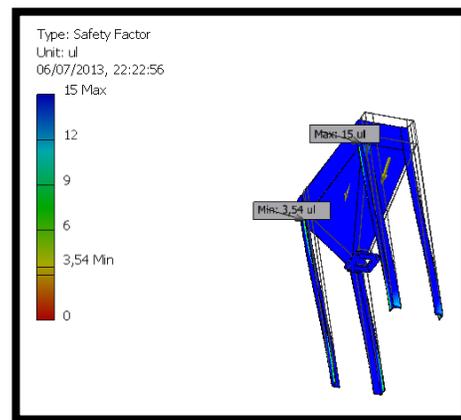


Figura 4. Factor de Seguridad

## Diseño del tren de siembra

El tren de siembra consta del conjunto de elementos que están en contacto con el suelo: elementos de corte de residuos, abre surcos, tapa surcos, rueda compactadoras.

### ➤ Selección del elemento de corte

Los elementos de corte son los encargados de dar inicio a la franja de siembra.

Atraves de las características geográficas de la provincia de Cotopaxi seleccionamos un cuchilla de forma circular lisa con 432 mm de diámetro y un espesor de 5 mm ya que los discos lisos penetran más en el suelo, siendo utilizados en condiciones de suelos duros.

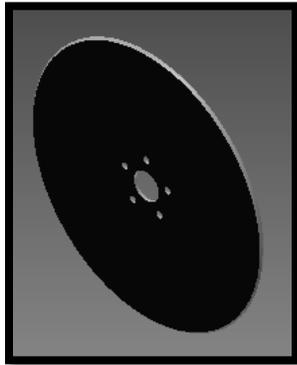


Figura 5. Cuchilla de corte

➤ **Diseño del abre surcos**

Este elemento es el encargado de abrir un surco en el cual será depositada la semilla.



Figura 6. Surco en V

Se recomienda surcos en V para que las semillas caigan al fondo estrecho y no se

puedan desplazar a la derecha o izquierda, variando la estructura de las plantas nacidas.

➤ **Selección de la rueda compactadora**

La rueda compactadora posterior es el mecanismo encargado de cumplir dos funciones la primera es la de compactar la semilla-suelo, la segunda es la de transmitir movimiento hacia el disco de alveolos.

Para seleccionar la rueda que compactara el suelo tomamos en cuenta el peso de toda la sembradora de maíz incluido el peso de la semilla (133.6kg).

**Diseño de la base del abre surco**

La base del abre surco es la encargada de alojar a los dos discos lisos y unir estos al bastidor.

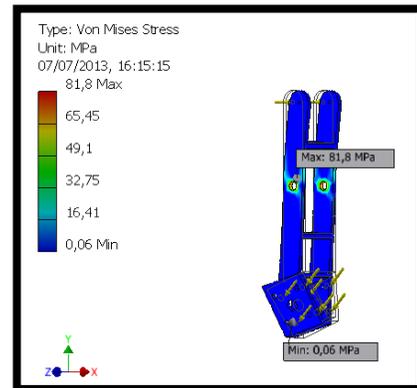


Figura 7. Von Mises

La figura 7 muestra los resultados obtenidos, donde se puede apreciar que la mayor tensión está en los agujeros de soporte para el amortiguador, siendo el mayor esfuerzo de Von Mises que

soporta 77.76 Mpa siendo inferior al límite de la resistencia a la tracción de 248,225 Mpa. Y con un factor de seguridad de 3.3 lo cual da aprobado la construcción con dicho material.

### Selección de los amortiguadores

Los amortiguadores están encargados de mantener la fuerza adecuada con los elementos que están en contacto con el suelo, este dispositivo también es encargado de absorber energía proveniente de golpes o impactos.

### Diseño del brazo de soporte del elemento de corte.

Para el diseño de este elemento se debe tener en cuenta que debe soportar cargas de 1066.46 N.

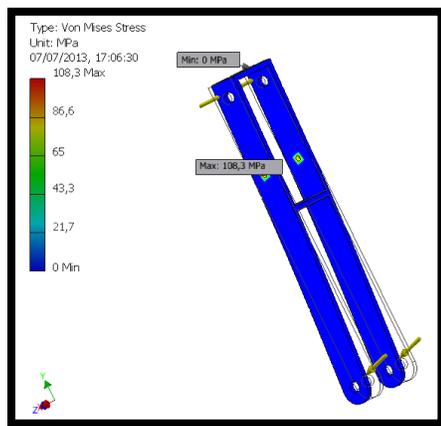


Figura 8. Von Mises

En la figura anterior se muestra los resultados obtenidos, donde se puede apreciar que la mayor tensión está cercana a los agujeros del pasador del amortiguador, siendo el mayor esfuerzo de Von Mises que soporta 108.3 MPa

siendo inferior al límite de fluencia 248,225 MPa

### Diseño de la base de la rueda compactadora

La base de la rueda compactadora es la encargada de alojar a la rueda, dar la profundidad de corte y brindar un punto de apoyo al chasis.

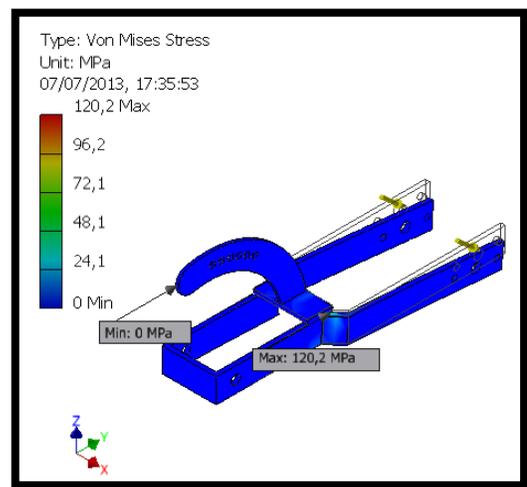


Figura 9. Von Mises

Se observa en la figura 9 los resultados obtenidos, donde se puede apreciar el mayor esfuerzo de Von Mises que soporta 120.2 MPa siendo inferior al límite de fluencia del acero ASTM A – 36. Y con un factor de seguridad de 3.26 que es aceptable para el diseño.

### Diseño del Bastidor

El bastidor, es el armazón que sirve para fijar y relacionar entre sí los distintos órganos y grupos mecánicos de la sembradora maíz.

$F_1 = 3181.3 \text{ N}$  (Ec. 3.26) fuerza necesaria para arrastrar la sembradora (horizontal)

$F_2 = 153.6$  Kgf peso de todos los elementos que va a soportar el chasis incluido la semilla (vertical)

$F_3 = 1727.2$  N. (Ec. 3.28) Fuerza de las reacciones de los amortiguadores (horizontal)

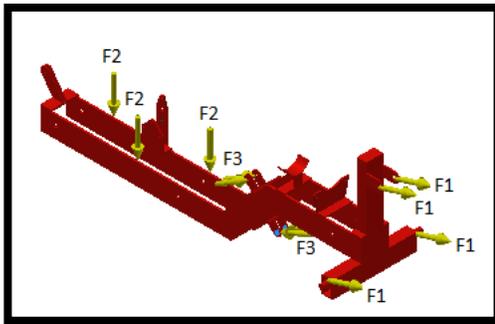


Figura 10. Disposición de las fuerzas

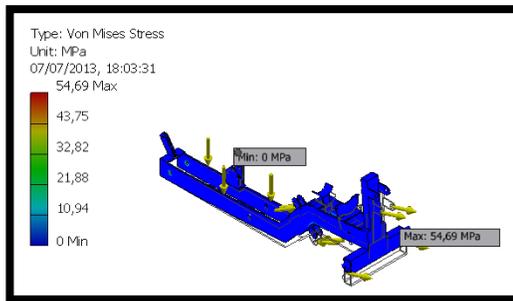


Figura 11. Von Mises

En la figura 11 se muestra la tensión de Von Mises máximo de 54.69 MPa en el chasis, se puede apreciar que las vigas UPN80 sufren una mayor deformación por la fuerza aplicada por el tractor, los ejes redondos de diámetro 25.4 mm están en la capacidad de soportar la carga. Y con un factor de seguridad de 4.54 aprobando la construcción.

## Diseño ensamblado de la Sembradora de Maíz

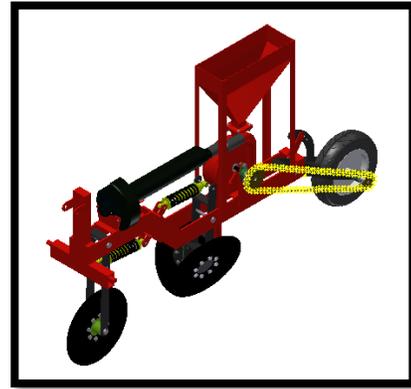


Figura 12. Sembradora de Maíz

## SISTEMA DE RIEGO

El agua es esencial para la vida vegetal. Para sobrevivir, las plantas necesitan agua, así como nutrientes, que son absorbidos por las raíces del suelo. Las plantas son un 90% agua. El agua es transportada por toda la planta de manera casi continua para mantener sus procesos vitales funcionando.

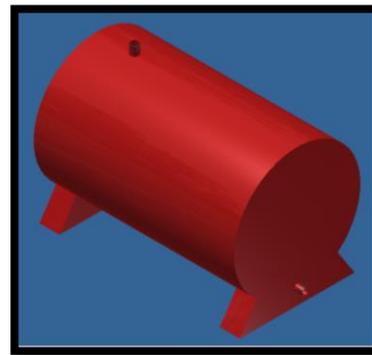


Figura 13. Tanquero reservorio de agua

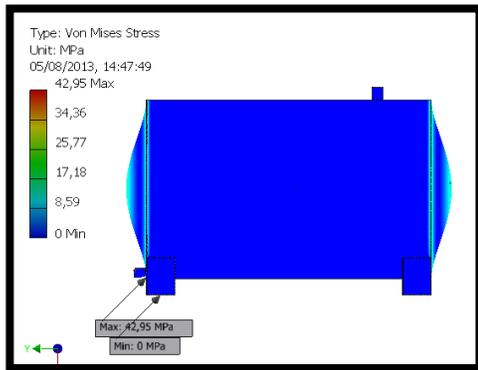


Figura 14. Von Mises

En la figura 14 se muestra la tensión de Von Mises máximo de 47,1 MPa en el interior del tanquero, y un coeficiente de seguridad de 3, aprobando la construcción del tanquero con dicho material.

### Diseño del Bastidor

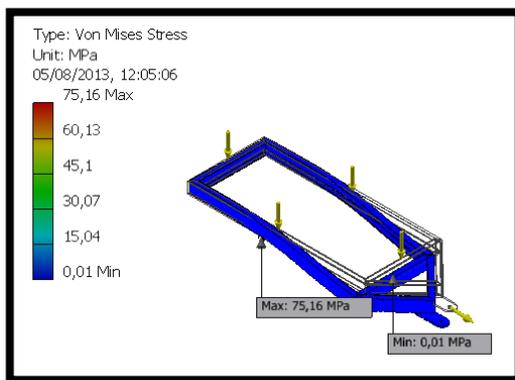


Figura 15. Von Mises

En la figura 15 se muestra la tensión de Von Mises máximo de 75,16 MPa en el bastidor, se puede apreciar que únicamente existe una pequeña flexión en la parte posterior del bastidor.

### Selección del grupo de bombeo.

#### ➤ Aspersor

Para la selección del aspersor únicamente nos basamos en el área que necesitamos regar el fluido, debido a que el sistema es instalado en un prototipo, procedemos a seleccionar un aspersor que cumpla con un diámetro de riego no mayor a 50 metros.

#### ➤ Tubería

En lo correspondiente a la tubería se ha seleccionado utilizar material plástico debido a la garantía que ofrece la tecnología empleada en la fabricación de los mismos. En este tema se considera tanto las tuberías como los accesorios.

#### ➤ Bomba de agua

Para la selección de la bomba encargada de impulsar el fluido desde el tanque reservorio hasta el aspersor final, se debe considerar varios parámetros como son:

- Tipo de flujo
- Factor de fricción
- Perdidas en la tubería
- Perdidas de accesorios

Con el procedimiento correspondiente se ha determinado que es necesario una bomba que supere los 1.55 HP de potencia, por ende se ha seleccionado una bomba HONDA de 4HP de potencia para que cumpla con los requerimientos de todo el sistema. La misma que dentro de sus especificaciones de fábrica da a notar

que evita la cavitación aun si la toma de fluido queda vacía.

### III. CONCLUSIONES

- Se probó que la sembradora de maíz puede soportar grandes esfuerzos en sus materiales sin que se presente problemas de rupturas ni deformaciones.
- Se comprobó con la sembradora de maíz y el sistema de riego puede garantizar al agricultor un 90% en el de efectividad agropecuaria.
- Con la selección del sistema de riego, se logró el alcance propuesto como es de 50m a la redonda, sin necesidad de forzar la motobomba.
- El sistema de riego por aspersión reduce el consumo de agua y da una mejor humedad al suelo, ya que simula el efecto de la lluvia.

### IV. RECOMENDACIONES

- Leer el manual de mantenimiento y operación antes de poner en marcha tanto la sembradora de maíz como el sistema de riego.
- Evitar hacer regulaciones o servicios de mantenimiento con el equipo en movimiento.
- Continuar mejorando tanto el diseño y la eficiencia de la sembrador de maíz como el sistema de riego.
- Asociarse con entidades dedicadas a la agricultura para así fusionar conocimientos con necesidades.

### V. BIBLIOGRAFÍA

- Mott, R. L. (2006). Mecánica de fluidos (6ta. ed.). México: Pearson Educación.
- Mott, R. L. (2001). Diseño de elementos de máquinas (2da. ed.). México: Pearson Educación.
- Shigley, J. E., y Mischke, C. R. (2001). Diseño en ingeniería mecánica (6ta. ed.). México: Editorial McGraw-Hill.
- Botánica (s.f.) Requerimientos de un cultivo Recuperado <http://www.botanical-online.com/cuandoycomosembrar.htm>

### VI. BIOGRAFÍA



**Jaime Manosalvas**, nació en Otavalo, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, estudió en la Escuela Politécnica del Ejército, presta sus servicios profesionales como docente en el Sindicato de Choferes Profesionales del Cantón Otavalo.



**Javier Solís**, nació en Ambato, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, estudió en la Escuela Politécnica del Ejército, presta sus servicios profesionales como inspector de soldaduras metálicas.



**Oscar Arteaga,** nació en Ambato, Ecuador, es Ingeniero Mecánico, estudió Posgrado en Autotrónica, Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, y

Energías Renovables, presta sus servicios profesionales como docente en la Escuela Politécnica del Ejército desde al año 2000.



**Mauricio Cruz,** nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gestión del Aprendizaje Universitario, Docente

Tiempo Parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2009. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica básica y manejo de software de dibujo asistido.